

DE L'ACIDE CARBONIQUE

CONSIDÉRÉ

COMME AGENT THÉRAPEUTIQUE.

OUVRAGES DU MÊME AUTEUR

QUI SE TROUVENT CHEZ LES MÊMES LIBRAIRES.

Études médicales, scientifiques et statistiques sur les principales sources d'eaux minérales de France, d'Angleterre et d'Allemagne. — Paris, 1855.

Sur la nomenclature et la classification des eaux minérales. (Extrait des *Annales de la Société d'hydrologie médicale de Paris;* tome IV, Paris, 1858.)

Sur les bains et douches de gaz carbonique. (Extrait d'un mémoire lu à l'Académie des sciences; br. in-8°.) — Paris, 1855.

Note sur l'emploi du gaz carbonique comme agent anesthésique. (Extrait de la *Revue médicale.*) 1858.

Du raisin considéré comme médicament, ou de la médication par les raisins. — Paris, 1860.

Pour paraître prochainement :

De l'alimentation rationnelle comme moyen de guérir et de prévenir les maladies.

Paris. — Imp. de Mme Ve Bouchard-Huzard, rue de l'Éperon, 5. — 1864.

DE

L'ACIDE CARBONIQUE

DE SES PROPRIÉTÉS

PHYSIQUES, CHIMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES ;

DE SES

APPLICATIONS THÉRAPEUTIQUES

COMME

ANESTHÉSIQUE, DÉSINFECTANT, CICATRISANT, RÉSOLUTIF, ETC.,

Dans les plaies et ulcérations;
dans les maladies des organes de la digestion, de la respiration,
de l'innervation, de la génération,
et spécialement de l'utérus, de la vessie, etc.;

PAR **J. Ch. HERPIN** (DE METZ),

Docteur en médecine; Lauréat de l'Institut de France,
de l'Académie impériale de médecine,
de la Société impériale et centrale d'agriculture, de l'Académie de Lyon ;
Membre du conseil
de la Société pour l'encouragement de l'industrie nationale,
de la Société d'hydrologie médicale de Paris, etc.

Ratio observationi adjungatur.
BAGLIVI.

PARIS

J. B. BAILLIÈRE ET FILS

LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DE MÉDECINE
Rue Hautefeuille, 19.

LONDRES
Hippolyte Baillière, 219, Regent-Street.

NEW-YORK
Baillière Brothers, 440, Broadway.

MADRID, C. BAILLY-BAILLIÈRE, PLAZA DEL PRINCIPE ALFONSO, 16.

1864

INTRODUCTION.

En étudiant le mode d'action et les effets thérapeutiques des eaux minérales carbo-gazeuses, nous avions cru entrevoir que toutes ces eaux, malgré les différences que présente leur composition chimique, malgré la diversité de leurs éléments minéralisateurs fixes (chlorures, sulfates ou carbonates), possèdent néanmoins certaines propriétés générales qui leur sont communes à toutes, et que l'on ne pouvait guère attribuer qu'à la présence de l'acide carbonique.

Après un examen approfondi de chacune des propriétés physiques et chimiques de ce gaz, des effets physiologiques qu'il produit sur les êtres vivants, nous avons été amené à conclure : que l'acide carbonique, dont la présence est à peine indiquée ou mentionnée rarement dans les analyses chimiques, sous la rubrique *quantité indéterminée*, est néanmoins l'un des principes essentiels des eaux minérales, et qu'il joue, dans l'économie des animaux, un rôle non moins utile et non moins important que celui qu'il remplit dans l'économie végétale.

En effet, l'acide carbonique est un *excitant* énergique du système périphérique; il rappelle à la peau

la chaleur et la vie; il détermine une transpiration abondante ou la rétablit quand elle est supprimée.

C'est un agent *anesthésique général* et *local,* très-puissant; appliqué à la surface des plaies et des ulcérations, il apaise instantanément les douleurs les plus vives.

Il est éminemment *antiseptique* et *désinfectant;* il retarde la décomposition putride des matières animales, améliore les suppurations de mauvaise nature, hâte la guérison et la *cicatrisation* des plaies, la *résolution* de divers engorgements.

Il agit énergiquement sur les systèmes vasculaire, circulatoire et nerveux, comme excitant d'abord, puis comme sédatif, calmant et anesthésique; il rappelle les flux hémorroïdal et menstruel lorsqu'ils sont accidentellement supprimés.

Il a une action très-prononcée sur le système générateur. C'est à la présence de ce gaz que beaucoup d'eaux minérales renommées contre la stérilité doivent leur réputation et leur efficacité sous ce rapport.

Le gaz carbonique exerce sur les organes digestifs une influence bienfaisante et salutaire, confirmée par l'extension considérable que prend, chaque jour, l'usage hygiénique des eaux et des boissons gazeuses artificielles.

L'acide carbonique existe en abondance dans le sang normal; il y exerce des actions chimiques très-importantes. Il y tient en dissolution à l'état de

bicarbonate, et transporte, dans les divers points de l'économie, l'élément calcaire qui constitue les os, qui sert à leur renouvellement, à la formation et à la consolidation du cal dans les fractures.

Comme agent chimique, il décompose les sels dans lesquels l'acide urique entre comme élément principal.

Il attaque et dissout le phosphate de chaux qui forme les calculs urinaires, les concrétions goutteuses et les ossifications anormales.

On voit, par l'ensemble de ces faits et de ces propriétés, que l'acide carbonique est susceptible de recevoir des applications thérapeutiques importantes et variées, et qu'il est appelé à prendre place parmi les médicaments les plus utiles.

Si, maintenant, nous ajoutons à ces considérations théoriques les résultats que nous apporte la pratique des siècles précédents, si nous compulsons l'histoire de la médecine, nous trouvons une masse imposante de faits incontestables qui établissent et qui confirment les propriétés thérapeutiques de l'acide carbonique. En effet, nous voyons d'abord que, dès les temps les plus reculés, les médecins faisaient, sans s'en douter, un usage fréquent de l'acide carbonique.

Hippocrate, Galien, Paul d'Égine, etc., prescrivent la *fumée* de plantes en combustion pour diminuer et calmer les douleurs utérines.

Pline le Naturaliste signale les *vapeurs* produites par la poudre de marbre arrosée de vinaigre comme

un excellent moyen de calmer, à l'instant, les douleurs les plus vives, et de rendre les tissus *insensibles* pendant les opérations. *Nec sentit cruciatum.*

Les cataplasmes fermentants, préparés avec la pulpe de plantes sucrées, telles que la carotte, la betterave, la farine de seigle ou d'orge, mélangée avec du levain ou de la levûre de bière, étaient employés comme désinfectants.

Les bains de marc de raisins étaient en grande réputation contre les paralysies.

Les boissons sucrées, en fermentation avec la levûre, la bière récente, étaient administrées contre les fièvres putrides.

Nous voyons que divers médecins, Beddoës, Ewart, Falconer, Priestley, Ingenhousz, les académiciens de Dijon, etc., avaient, il y a plus d'un siècle, obtenu des résultats très-remarquables et bien constatés de l'emploi de l'*air fixe* comme désinfectant et cicatrisant dans les plaies et les suppurations de mauvaise nature;

Qu'on administrait sous le nom de *potion de Rivière,* dans les cas de gastralgies et de vomissements opiniâtres, des ingrédients propres à dégager de l'acide carbonique dans l'estomac;

Que toutes les eaux minérales recommandées, depuis des siècles, contre la gravelle, la goutte, la pierre, contiennent un quart, au moins, de leur volume de gaz acide carbonique libre.

Le célèbre Mascagni, qui avait déjà ressenti les

atteintes de la pierre, rapporte qu'il s'est complétement guéri de cette maladie en buvant abondamment de l'eau de Seltz.

On ordonnait aux malades atteints ou menacés d'affections graves des organes respiratoires de séjourner dans les étables (dont l'air contient 1/2 à 1 pour 100 de gaz carbonique). On leur prescrivait de suivre le laboureur lorsqu'il ouvre, avec le soc de sa charrue, la terre, d'où il s'échappe du gaz carbonique en grande quantité. On leur prescrivait aussi l'usage, en bains et en boissons, des eaux carbo-gazeuses d'Ems, du mont Dore, etc., qui contiennent du gaz carbonique libre, qui se mélange et qui est respiré avec l'air pendant le bain.

Nous voyons que l'on utilise en Allemagne le gaz carbonique qui se dégage naturellement de certaines sources d'eaux minérales, pour l'administrer en bains, en douches, en injections; médication dont nos confrères d'outre-Rhin tirent de grands avantages.

L'acide carbonique n'est point délétère ni toxique par lui-même. S'il est impropre à la respiration, c'est qu'il ne peut servir à la combustion qui a lieu dans les poumons. Comme il est plus lourd que l'air, il l'empêche d'y pénétrer et détermine l'asphyxie comme le fait l'immersion dans l'eau.

Les communications que nous avons faites sur ce sujet, il y a dix ans, à l'Académie des sciences et à l'Académie de médecine ont appelé l'attention des

praticiens sur la médication par le gaz carbonique. Des observations et des recherches faites par les hommes les plus capables et les plus dignes de foi sont venues corroborer et confirmer nos prévisions.

Nos plus habiles expérimentateurs, MM. Ch. et Cl. Bernard, Broca, Demarquay, Follin, Leconte, Maisonneuve, Monod, Ozanam, Scanzoni, Simpson, Willemin, etc., etc., ont fait un grand nombre d'expériences, et ils ont obtenu, dans la plupart des cas, des résultats heureux et bien constatés.

Aux témoignages de ces maîtres sont venus se joindre ceux de leurs élèves les plus distingués, dont plusieurs ont fait de la question qui nous occupe le sujet de leurs études spéciales et de leurs thèses.

Voici la manière dont quelques-uns d'entre eux s'expriment au sujet de l'utilité probable de la médication par l'acide carbonique.

« Il nous paraît utile d'appeler l'attention sur un sujet qui ouvre à la thérapeutique une voie nouvelle ; l'application extérieure du gaz carbonique au traitement des maladies. » (*M. Salva, Thèse,* page 41.)

« Nous croyons pouvoir affirmer que cette question n'a pas encore dit son dernier mot. » (*Ibid.*)

« Il n'est pas douteux pour nous que l'effet *cicatrisant* de l'acide carbonique ne doive se produire rapidement dans la plupart des cas d'ulcération simple du museau de tanche, que l'on traite habituellement par la cautérisation. » (*M. Salva,* page 27.)

« J'ai vu, dit M. Terver, que l'inhalation du gaz carbonique rectifie, si je puis le dire, la respiration; qu'il la régularise, lui donne une puissance plus grande, et qu'au lieu d'empêcher l'oxygénation elle la rend plus complète. » (*Thèse*, page 17.)

« Je vais jusqu'à penser que l'inhalation du gaz carbonique révélera des phénomènes du plus grand intérêt qui ont passé inaperçus jusqu'à ce moment. » (*Ibid.*)

Nous avons recueilli tous ces faits, toutes ces observations, tous ces témoignages; nous les avons réunis, nous les avons coordonnés de manière à faire une histoire assez complète des propriétés de l'acide carbonique, fondée, tout entière, sur des faits positifs et sur les données de l'expérience. Cet ensemble nous a permis de préciser les indications, les contre-indications et les diverses conditions de l'emploi de cette médication nouvelle.

Dans le principe, comme on ne connaissait pas encore bien exactement les conditions requises pour l'essai thérapeutique et l'administration du gaz carbonique, on l'appliquait souvent au hasard et même dans des maladies *incurables*!... Aussi les expérimentateurs éprouvèrent-ils quelquefois des mécomptes; il en résulta de la défaveur et du doute sur la valeur de l'agent lui-même.

Mais aujourd'hui que nous avons fait connaître, en détail et dans leur ensemble, les diverses propriétés physiques, chimiques, physiologiques et thérapeu-

tiques de l'acide carbonique; que nous avons déterminé, précisé les circonstances et les conditions requises pour l'administrer avec succès et avec sécurité; les cas où il peut être utile, où il est indiqué, et ceux dans lesquels il y a contre-indication; aujourjourd'hui que nous avons décrit des procédés simples, faciles, économiques, les appareils convenables pour la préparation et l'administration du gaz carbonique, ainsi que les diverses manières d'employer cet agent médicamenteux, on peut marcher avec confiance et sécurité dans la voie de l'expérimentation; les résultats de l'emploi rationnel de ce nouvel agent thérapeutique ne peuvent pas manquer d'être heureux et satisfaisants.

La table des chapitres, qui se trouve à la fin de cet ouvrage, en fera suffisamment connaître le plan, ainsi que la nature des objets que nous avons traités; l'ordre que nous avons adopté dans le but de réunir et de grouper les faits de même espèce, pour les discuter ensuite et en déduire des conséquences et des applications utiles à la thérapeutique.

Nous aimons à croire que tous les hommes éclairés et impartiaux seront convaincus, avec nous, que l'emploi judicieux de l'acide carbonique doit offrir à l'art de guérir de nouvelles et d'importantes ressources.

DU
GAZ ACIDE CARBONIQUE
CONSIDÉRÉ
COMME AGENT THÉRAPEUTIQUE.

PREMIÈRE PARTIE.
DU GAZ ACIDE CARBONIQUE EN GÉNÉRAL.

CHAPITRE PREMIER.
DES PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET CHIMIQUES DU GAZ ACIDE CARBONIQUE.

A. Propriétés physiques.

L'acide carbonique, à la température et sous la pression atmosphérique ordinaires, est un fluide aériforme ou un gaz invisible, incolore, transparent, d'une odeur très-pénétrante, piquant fortement le nez et les yeux, ayant une saveur aigrelette ou acidulée.

Le gaz carbonique est plus pesant que l'air atmosphérique ; il est élastique, compressible, et peut être solidifié à l'aide de la pression et du froid.

Il est impropre à la combustion; il éteint les corps en ignition, et ne peut servir à l'entretien de la vie et de la respiration des animaux.

L'acide carbonique est formé de carbone et d'oxygène; il présente les caractères chimiques de l'acidité, rougit la teinture bleue de tournesol et trouble l'eau de chaux.

Il se dissout facilement dans l'eau et peut se combiner en diverses proportions aux bases salifiables avec lesquelles il forme des sels appelés *carbonates*, *sous-carbonates*, *sesquicarbonates*, *carbonates doubles* ou *bicarbonates*, etc.

La densité du gaz acide carbonique est de 1,52901, l'air étant supposé à 1,000. (M. *Regnault.*)

Un litre d'air atmosphérique à 0 de température, sous la pression barométrique de $0^{m},76$, pèse, à Paris, $1^{gr},293187$. (M. *Regnault.*)

Et un litre de gaz acide carbonique, dans les mêmes conditions, = $1^{gr},9805$. (*Péclet.*)

Poids absolu de l'acide carbonique (1/2 CO) *en grammes, à* 0^{d} *cent. et* $0^{m},76$ *de pression. Poids spécifique* = 1,524. (SOUBEIRAN.)

Centimètres cubiques.		Grammes.	Centimètres cubiques.		Grammes.
1	=	0,00197978	70	=	0,1385846
2	=	0,00395956	80	=	0,1583824
5	=	0,00989890	90	=	0,1781802
10	=	0,0197978	100	=	0,197978
20	=	0,0395956	200	=	0,395956
30	=	0,0593934	300	=	0,593934
40	=	0,0791912	400	=	0,791912
50	=	0,0989890	500	=	0,989890
60	=	0,1187868	600	=	4,187868

Centimètres cubiques.		Grammes.	Centimètres cubiques.		Grammes.
700	=	1,385846	4,000	=	7,91912
800	=	1,583824	5,000	=	89,8990
900	=	1,781802	6,000	=	11,87868
1,000 (1 litre).	=	1,979780	7,000	=	13,85846
			8,000	=	15,83824
2,000	=	3,95956	9,000	=	17,81802
3,000	=	5,93934	10,000	=	19,79780

On démontre, au moyen des expériences suivantes, que le gaz acide carbonique est un corps pesant.

a. Si l'on met dans une balance bien sensible et bien équilibrée un grand sac de papier ouvert à la partie supérieure, et si l'on verse dans ce sac du gaz carbonique contenu dans un flacon ou dans une vessie, la balance trébuchera et s'abaissera du côté du sac, bien que l'on ne voie rien sortir du flacon.

b. Si l'on renverse une cloche pleine d'acide carbonique au-dessus d'une autre cloche ne contenant que de l'air, cette dernière ne contiendra bientôt plus que de l'acide carbonique. Et l'acide carbonique de la cloche supérieure sera remplacé par de l'air. Il sera facile de s'en assurer au moyen d'une allumette enflammée qui s'éteindra subitement, en la plongeant dans le vase inférieur.

c. Si on laisse tomber de grosses bulles d'eau de savon, soufflées et remplies d'air, dans un bocal contenant du gaz carbonique, les bulles resteront comme suspendues au milieu du bocal, soutenues par le gaz, comme le serait du liége à la surface de l'eau.

d. Si l'on place un morceau de bougie allumée au fond d'un bocal en verre, et si l'on verse avec précaution, dans ce bocal, du gaz carbonique, comme si l'on y versait de

l'eau, le gaz tombera au fond du bocal et en fera sortir l'air; lorsque la couche de gaz sera arrivée à la hauteur de la flamme, celle-ci pâlira plus ou moins rapidement et finira par s'éteindre.

e. Si, après avoir rempli de gaz carbonique un bocal ou un vase de verre long et étroit, vous y introduisez une bougie allumée par l'ouverture tournée en haut, cette bougie s'éteindra immédiatement, et la fumée restant dans le gaz en rendra la surface visible; en agitant, elle semblera former des vagues ondoyantes.

On peut, de cette manière, éteindre une bougie huit ou dix fois de suite dans le même gaz; mais, comme l'air s'y mêle peu à peu, il faut à chaque fois enfoncer la bougie plus avant pour l'éteindre complétement. Lorsque l'air s'y est mélangé, jusqu'à un certain point, après plusieurs extinctions, il arrive ordinairement que la flamme de la bougie, lorsqu'elle atteint la surface du gaz, se *sépare* de son lumignon; mais, comme ce lumignon ne s'éteint pas totalement à cause de l'air qui s'est mêlé au gaz, il reste rouge et fumant; la fumée reste à l'état de fumée visible dans le gaz, mais elle continue à entretenir la flamme qui est demeurée à la surface du gaz, en contact avec l'air. Il arrive parfois de voir la flamme ainsi séparée de son lumignon par un intervalle de 12 à 15 centimètres, ce qui forme un spectacle très-curieux; si l'on fait remonter la bougie, aussitôt que la mèche atteint la flamme, elle se rallume et continue à brûler dans l'air, comme si sa flamme ne l'eût pas quittée. On peut recommencer plusieurs fois de suite la même expérience.

On peut donc transvaser le gaz carbonique d'un vase dans un autre, de la même manière que si ce gaz était un liquide; et, comme ce gaz est plus lourd que l'air atmo-

sphérique, il déplace l'air et occupe toujours la partie inférieure des lieux où il se trouve (1).

Sous la pression barométrique normale, la dilatation moyenne du gaz acide carbonique par la chaleur est de 0,003710 pour 1 degré centigr. entre 0 et 100°. (M. *Regnault.*)

Le gaz carbonique réfracte la lumière; sa puissance réfractrice est de 1,00476.

B. Propriétés chimiques.

Composition. — Le gaz acide carbonique est composé d'oxygène et de carbone. Un volume de gaz carbonique est formé d'un volume de gaz oxygène et d'un volume de vapeur de carbone condensés en *un seul* volume.

(1) Voilà pourquoi il est dangereux de pénétrer dans des endroits bas qui en contiennent, sans porter devant soi des bougies allumées; car l'acide carbonique, comme nous allons le voir, est impropre à la combustion et à la respiration. Les lieux où l'on brûle du charbon, les caves ou celliers qui contiennent du vin ou d'autres liqueurs en fermentation, les fosses ou les puits qui ont été fermés depuis longtemps, sont souvent remplis d'acide carbonique. On ne doit entrer dans ces endroits qu'en ayant une lumière à la main et avec précaution. Si la lumière s'éteint, il faut retourner promptement, ouvrir toutes les portes, et faire répandre, dans le local, de l'eau dans laquelle on a fait fondre de la chaux vive, ainsi que nous l'indiquerons plus en détail dans la cinquième partie de cet ouvrage.

Comme l'acide carbonique n'occupe que la partie la plus basse, il arrive souvent qu'un homme peut traverser impunément une couche de gaz carbonique de 50 centimètres au-dessus du sol, parce qu'il ne le respire pas, tandis qu'un petit animal, un chien par exemple, qui accompagnerait cet homme serait asphyxié en y entrant. Telle est la fameuse *grotte du Chien*, en Italie.

L'acide carbonique est formé de deux équivalents d'oxygène = 200 et d'un équivalent de carbone = 75.

La formule CO^2 représente deux volumes de cet acide ou 1 équivalent.

Sa formule est :

Acide carbonique CO^2.

C..........	75,00	27,27	2 vol.
O^2.........	200,00	72,73	2 vol.
	275,00	100,00 éq. en vol.	2 vol.

Le poids d'un volume de gaz acide carbonique doit se composer de la somme des poids d'un volume d'oxygène et d'un volume de vapeur de carbone.

Un décimètre cube d'acide carbonique pesant $1^{gr},840$ est composé d'un volume égal ou d'un décimètre cube de gaz oxygène pesant $1^{gr},333$ et de $0^{gr},507$ de carbone :

73	d'oxygène,
27	de carbone.
100	

Les méthodes rigoureuses d'expérimentation, employées en 1840 par MM. Dumas et Stas, nous ont appris dans quels rapports fixes l'oxygène et le carbone s'unissent pour constituer l'acide carbonique. Un gramme de carbone pur fournit toujours, par sa combustion complète, $3^{gr},666$ d'acide carbonique, d'où il résulte que, dans 100 parties en poids de ce dernier, il y a :

Carbone....................	27,27
Oxygène....................	72,72
	100,00

et qu'un volume de ce gaz se compose de :

Carbone en vapeur.............	1 volume.
et oxygène......................	1 id.

Jusqu'à cette époque, le gaz carbonique soumis à la plus forte chaleur n'avait pu être décomposé.

Mais M. H. Sainte-Claire Deville a constaté récemment que si l'on fait passer un courant de gaz carbonique absolument pur à travers un tube de porcelaine rempli de fragments de même espèce, à une température de 1300°, l'acide carbonique est dissocié, et l'on recueille, en faisant passer le gaz sur de la potasse, une petite quantité d'un gaz fortement explosif, dont la composition est constante, et qui contient sur 100 : oxygène, 30, oxyde de carbone, 62,3 et 7,7 d'azote.

Mais, si l'on fait passer le même gaz carbonique à travers de la potasse, on obtient un gaz dont la composition est oxygène, 14, et azote, 86 (1).

L'acide carbonique n'éprouve aucune altération de la part du gaz oxygène.

Le soufre, l'azote, le chlore et l'iode sont sans action sur l'acide carbonique libre ; mais l'hydrogène et le carbone le décomposent à une température élevée, lui enlèvent la moitié de son oxygène et le ramènent à l'état d'oxyde de carbone ; l'hydrogène forme de l'eau ; le carbone se transforme en oxyde de carbone. (*M. Pelouze.*)

Si l'on fait passer, à plusieurs reprises, du gaz carbonique à travers du charbon incandescent placé dans un tube de porcelaine, l'acide carbonique perd une partie de

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences,* tome 56, p. 730, 1863.

son oxygène qui se porte sur le charbon, et l'on n'obtient que du gaz *oxyde de carbone.*

Plusieurs métaux décomposent l'acide carbonique. Les uns, tels que le fer, le zinc, le manganèse, n'enlèvent à cet acide que la moitié de son oxygène; les autres, comme le potassium et le sodium, le décomposent entièrement, en séparent le carbone et se convertissent en oxydes. (*Id.*)

Soumis à un courant d'étincelles électriques, l'acide carbonique est décomposé en oxygène et en oxyde de carbone.

Le charbon que l'on a éteint dans le mercure, après l'avoir fait rougir, absorbe trente-cinq fois son volume de gaz acide carbonique.

Les hydrates d'oxydes alcalins et alcalino-terreux absorbent l'acide carbonique.

Les carbonates alcalins neutres absorbent aussi l'acide carbonique et se transforment en bicarbonates.

Le borate neutre de soude, à l'état cristallisé et hydraté, absorbe l'acide carbonique; il se forme du borax ordinaire et du carbonate de soude.

Le phosphate de soude $(NaO)^3, PhO^5$, se comporte également de la même manière. (MM. *Pelouze* et *Frémy*.)

La potasse et la soude s'unissent à l'acide carbonique en trois proportions différentes et produisent ainsi :

Des carbonates neutres....	KO ou NaO, CO^2
Des sesquicarbonates......	$2KO$ ou $2NaO, 3CO^2$
Des bicarbonates..........	KO ou $NaO, 2CO^2$

Dans ces trois sortes de carbonates, la proportion d'acide carbonique combinée à la même quantité de base est représentée par les nombres 1, 1 1/2 et 2.

On obtient les bicarbonates en faisant passer un cou-

rant de gaz acide carbonique dans la solution des carbonates ordinaires, jusqu'à ce qu'ils en soient aussi saturés que possible. Une fois formés, ils se déposent en cristaux, en raison de leur moins grande solubilité.

Le bicarbonate de soude, qui existe dans un grand nombre de sources naturelles, notamment dans celles de Vichy et du mont Dore en Auvergne, est employé avec succès pour le traitement de la gravelle. Il sert à la préparation des eaux gazeuses artificielles, du soda-water. Darcet l'a proposé comme un excellent digestif, et, d'après ses conseils, on le fait entrer dans la composition de pastilles connues dans les pharmacies sous les noms de ***pastilles*** ou ***tablettes digestives de Darcet***, ***pastilles de Vichy***. Une ou deux de ces pastilles prises avant ou après le repas favorisent la digestion.

L'air atmosphérique peut se mêler en toutes proportions avec le gaz acide carbonique. Ce mélange est d'autant plus respirable que la proportion d'acide carbonique est plus faible.

L'eau peut dissoudre un volume de gaz carbonique égal au sien à la température et sous la pression atmosphérique ordinaires.

Si l'on place sur une capsule contenant de l'eau ordinaire une cloche renversée pleine de gaz acide carbonique, on remarquera, après quelques heures, que le gaz est absorbé par l'eau, qu'il disparaît peu à peu et qu'il se forme dans l'intérieur de la cloche un vide ; que l'eau de la capsule monte dans la cloche et qu'elle s'y élève rapidement, surtout si l'on agite les vases.

Mais, lorsqu'on augmente suffisamment la pression, l'eau

peut dissoudre cinq ou six fois son volume de gaz carbonique, pourvu que la température reste la même.

C'est ce qui a lieu pour les eaux gazeuses artificielles dont on fait usage pour la table. Le degré de solubilité du gaz carbonique dans l'eau varie suivant les degrés de la température et la pression à laquelle le gaz est soumis.

Le tableau suivant donne les indications de la solubilité du gaz acide carbonique dans l'eau pure, entre zéro et 20 degrés centigrades, sous la pression atmosphérique ; elles ont été déterminées par M. Bunsen.

Température.	Gaz absorbé.	Température.	Gaz absorbé.
0°.......	1,7967	11°.......	1,1416
1°.......	1,7207	12°.......	1,1018
2°.......	1,6485	13°.......	1,0653
3°.......	1,5787	14°.......	1,0321
4°.......	1,5126	15°.......	1,0020
5°.......	1,4497	16°.......	0,9753
6°.......	1,3901	17°.......	0,9519
7°.......	1,3339	18°.......	0,9318
8°.......	1,2879	19°.......	0,9150
9°.......	1,2311	20°.......	0,9014
10°.......	1,1847		

Nombres calculés d'après la formule de M. Bunsen, au delà des limites de ses expériences, par M. Maumené.

Température.	Gaz absorbé.	Température.	Gaz absorbé.
21°.......	0,8900	26°.......	0,8505
22°.......	0,8800	27°.......	0,8460
23°.......	0,8710	28°.......	0,8420
24°.......	0,8630	29°.......	0,8390
25°.......	0,8560	30°.......	0,8370

Ces nombres font voir combien il est avantageux de

fabriquer les eaux et boissons gazeuses sous l'influence d'une basse température.

L'eau saturée d'acide carbonique est incolore; elle a une odeur piquante, une saveur aigrelette agréable, elle mousse fortement par l'agitation ou au contact de l'air, parce que l'excès du gaz introduit artificiellement dans ce liquide s'échappe avec promptitude dès que la pression qui le maintenait en solution dans l'eau vient à cesser : voilà pourquoi les bouchons qui ferment les bouteilles d'eau gazeuse sautent avec bruit lorsqu'on coupe les ficelles qui les retiennent. C'est une cause tout à fait semblable qui fait petiller et mousser le vin de Champagne, le cidre et la bière, liquides qui sont saturés d'acide carbonique par suite de la manière dont on a procédé à leur préparation. L'eau chargée d'acide carbonique bout promptement et perd tout le gaz qu'elle contient quand on la chauffe ou même lorsqu'on l'expose dans le vide à la température ordinaire ; elle le perd également, mais avec lenteur, lorsqu'on l'abandonne à elle-même au contact de l'air ou à la gelée.

Certaines eaux minérales exposées à l'air perdent très-promptement leur gaz carbonique ; mais d'autres le conservent pendant longtemps. La fixité du gaz dans les eaux minérales constitue l'une de leurs principales qualités.

Les eaux minérales gazeuses de Selters, de Spa, Saint-Galmier, etc., sont des eaux naturelles qui contiennent une fois ou plus leur volume de gaz carbonique.

Au moyen de la compression d'un mélange d'acide carbonique et d'eau, on prépare artificiellement des eaux dites gazeuses, et, en particulier, de l'eau de Seltz factice.

Si l'eau contient du chlorure de sodium en dissolution

dans une proportion de 15 pour 100, l'absorption du gaz par l'eau diminue à peu près de moitié.

Mais, si l'eau contient en dissolution du carbonate ou du phosphate de soude, le volume de gaz absorbé par l'eau augmente d'une manière extrêmement rapide avec les proportions des sels dissous (1).

Si l'on verse dans de l'eau saturée de gaz carbonique une teinture bleue végétale, telle que celle de tournesol, la couleur bleue passera subitement au rouge, ce qui indique que le liquide est devenu acide.

La limaille de fer jetée dans cette eau s'y dissout promptement, et cette eau devient noire, lorsqu'on y verse de l'infusion de noix de galle. C'est de l'encre.

Les eaux minérales ferrugineuses de Pyrmont, de Spa, de Bussang, etc., sont des eaux chargées de gaz carbonique qui contiennent du fer en dissolution.

L'eau chargée de gaz carbonique dissout le carbonate de chaux ; mais, par son exposition à l'air ou à la chaleur, cette eau laisse déposer le carbonate de chaux qu'elle tenait en dissolution : c'est de cette manière que se produisent les dépôts calcaires dans les chaudières, les incrustations des tuyaux de conduite des eaux, les pétrifications artificielles de Saint-Alyre, de Saint-Nectaire, etc.

L'eau carbo-gazeuse dissout également dans une proportion notable le phosphate de chaux.

Berzélius, dans ses belles expériences sur les eaux de Carlsbad, a signalé ce fait important ; Thenard en avait fait aussi la remarque.

M. Dumas a observé que des lames d'ivoire renfermées

(1) M. Fernet, *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1855, t. 2, p. 1237.

dans des bouteilles contenant de l'eau de Seltz s'y étaient ramollies en vingt-quatre heures, tout comme dans l'acide chlorhydrique dilué.

C'est probablement à cette propriété que doivent être attribués les bons effets de certaines eaux minérales gazeuses contre la gravelle, les affections calculeuses, etc., et peut-être pourrait-on la mettre à profit pour prévenir les ossifications du cœur et des gros vaisseaux, et l'ossification générale chez les vieillards.

Déjà le Dr Nicolas de Vichy avait constaté que certains bruits de souffle, et divers symptômes qui caractérisent particulièrement les ossifications des valvules du cœur, diminuent considérablement et disparaissent même sous l'influence du traitement par les eaux de Vichy (composées de soude et d'acide carbonique en abondance).

L'acide carbonique déplace l'acide urique de ses combinaisons salines, ou des sels appelés *urates* ; l'acide urique est précipité sous la forme solide, pulvérulente à cause de son peu de solubilité dans l'eau. (*Prout.*)

N'est-ce pas aussi à cette propriété que sont dus les bons effets des eaux minérales bicarbonatées gazeuses dans le traitement de la goutte ? Nous y reviendrons.

Nous indiquerons plus loin le rôle chimique du gaz carbonique dans le sang pour tenir en dissolution les phosphates et les carbonates terreux qu'il contient.

Le gaz acide carbonique est *antiseptique*, désinfectant et retarde la putréfaction des substances animales.

Si l'on plonge dans ce gaz ou dans de l'eau gazeuse de la viande avancée, qui commence à se putréfier, la décomposition s'arrêtera et se ralentira notablement ; la

viande deviendra rouge, ferme, et perdra en grande partie son odeur fétide et reprendra même de la qualité.

« *Macbride* (1) parvint à arrêter les progrès de la décomposition dans des morceaux de viande putréfiée en les exposant dans une atmosphère d'air *fixe* engendré par voie d'effervescence.

« Sous l'espace de trois à quatre jours, dit-il, suivant l'état de putréfaction où vous aurez pris la viande, vous la verrez fraîche, vermeille, toute la sanie purulente étant détruite, et elle ne donnera aucune odeur désagréable.

« Cette expérience se fait commodément lorsque l'on est à portée d'une brasserie, on y remplit immédiatement le vase avec de l'air fixe (2). »

Dans un rapport général des travaux de la Société philomathique (an VI, p. 68), on lit que Girod Chantrans « a mis de la viande chargée de larves de mouches dans un vase qui contenait une certaine quantité de bière ; que cette liqueur se chargea d'une odeur infecte, et qu'après la décantation la viande se trouva assez rétablie pour faire de bon bouillon et pour ne conserver aucune saveur désagréable (3). »

Nous verrons plus loin qu'on a utilisé avec succès cette propriété du gaz carbonique pour assainir et désinfecter des plaies et des ulcères de mauvaise nature.

On décèle facilement la présence de l'acide carbonique dans l'air ou dans les eaux au moyen de l'eau de chaux ; car l'acide carbonique gazeux ou liquide trouble à l'instant l'eau de chaux ; mis en contact avec un excès d'eau

(1) Macbride, *Essais d'expériences*, p. 205.
(2) Sigaud de Lafond, *Essai sur l'air fixe*, p. 65.
(3) *Dictionnaire de l'industrie*, art. *Viande*.

de chaux, il y forme un précipité blanc floconneux, insoluble dans l'eau, très-soluble, au contraire, dans les acides chlorhydrique, azotique et acétique. Ce précipité étant soluble dans l'acide carbonique lui-même, on doit employer, pour le former, un excès d'eau de chaux. On s'assure que la chaux est en excès, au moyen d'un papier rouge de tournesol qui doit être ramené au bleu ; sans cette précaution, l'acide carbonique pourrait échapper à l'observation, avec d'autant plus de facilité que sa proportion serait plus considérable.

De l'acide carbonique liquide et solidifié.

Le gaz acide carbonique est susceptible de se liquéfier et même de se solidifier sous une forte pression et à une basse température.

L'acide carbonique a été liquéfié pour la première fois en 1823 par M. Faraday, en décomposant, dans un tube de verre fermé aux deux bouts, un carbonate par l'acide sulfurique.

M. Faraday reconnut qu'à la température de 0 l'acide carbonique se liquéfie sous une pression d'environ 30 atmosphères.

Plus tard M. Thilorier a construit un appareil qui permet de préparer à la fois plusieurs kilogrammes d'acide carbonique liquide, et il est parvenu en 1835 à obtenir l'acide carbonique à l'état solide. C'est en lui faisant supporter, à la température de 0 degré, une pression de 36 atmosphères, que Faraday l'a converti en un liquide incolore et très-fluide. Dans cet état, l'acide est tellement expansif, qu'il distille entre — 17 degrés et 0 degré dans les tubes qui le contiennent. A zéro, sa vapeur exerce une

pression égale à 36 atmosphères, et à — 11 degrés elle est encore égale à 23 atmosphères, en sorte qu'un changement de température de 11 degrés occasionne une différence de pression équivalant à 13 atmosphères (1).

L'acide carbonique liquide est incolore et très-soluble dans l'alcool, l'éther et les huiles essentielles; il ne se mêle pas à l'eau; sa densité à 0° est 0,838 :

A 0^d sa tension est de 36 atmosph.; à + 15^d de 50 atmosph.
à + 30^d de 73 —

L'acide carbonique présente, d'après M. Thilorier, le phénomène extraordinaire d'un liquide plus dilatable que les gaz.

L'acide carbonique, en passant subitement de l'état liquide à l'état gazeux, produit un froid extraordinaire, évalué à 100° au-dessous de zéro. En faisant arriver un jet d'acide carbonique liquide dans un flacon ou dans une boîte métallique, on voit le vase se remplir presque entièrement d'une matière flaconneuse blanche comme de la neige, qui est de l'acide carbonique solide; il s'est produit, en effet, un refroidissement considérable, une grande quantité de chaleur latente ayant été absorbée par le liquide qui a repris l'état gazeux.

Lorsque cette expérience est faite à la température de 8

(1) Sir H. Davy a conclu de ce fait important que les gaz comprimés pourront un jour être employés comme agents mécaniques et substitués à la vapeur d'eau, puisqu'il suffira de légères différences de température, comme celle qui a lieu entre le soleil et l'ombre, pour produire des changements de pression de plusieurs atmosphères, qu'on ne peut obtenir dans les machines à vapeur ordinaires qu'en brûlant une grande quantité de combustible.

à 10°, le tiers environ de l'acide liquide est congelé; à 30°, on en obtient, selon M. Thilorier, dix fois moins qu'à 10°.

Le froid produit pendant la vaporisation de l'acide carbonique liquide va jusqu'à —70 degrés. En le mêlant avec de l'éther, sa vaporisation devient plus rapide, et le froid produit est alors plus intense. Si ce mélange est placé sous le récipient de la machine pneumatique et si l'on accélère l'évaporation en faisant le vide, la température descend jusqu'à — 100 degrés.

Le célèbre chimiste anglais Faraday, en faisant usage de ces différents moyens, et surtout du mélange de l'éther avec l'acide carbonique neigeux, est parvenu à liquéfier et même à solidifier la plupart des gaz qui avaient résisté jusqu'alors aux divers degrés de froid produits par les moyens ordinaires. Le vif-argent placé dans une cavité faite au centre d'une masse d'acide carbonique solide se congèle aussitôt et prend l'apparence du plomb; on peut en faire des pièces de monnaie, des médailles, mais ces objets ne gardent leurs formes qu'autant qu'on les entoure d'un mélange d'éther et d'acide carbonique solide.

L'acide carbonique solidifié a l'apparence d'une masse vitreuse, transparente et se maintient longtemps à l'air libre, sans qu'il soit nécessaire de le soumettre à aucune pression.

L'acide carbonique préparé par le procédé que nous venons d'indiquer se trouve à la température de 90 degrés au-dessous de zéro; il ne produit pas à cette basse température sur les organes un effet frigorifique aussi considérable qu'on pourrait le supposer; ce qui tient, sans doute, à sa porosité et surtout à l'atmosphère gazeuse qui l'environne.

L'effet produit sur les organes par l'acide carbonique solide et surtout par un mélange de cet acide et d'éther est comparable à celui d'une brûlure. Les fluides de l'économie sont solidifiés, le sang se coagule et se durcit complétement ; une vive inflammation ne tarde pas à se manifester dans l'organe soumis à l'influence de ce froid excessif.

L'acide carbonique solidifié, qui s'évapore librement à l'air à la température et à la pression ordinaires, se maintient à — 78 degrés centigrades.

MM. Loir et Drion sont parvenus à liquéfier le gaz acide carbonique sous la pression de l'atmosphère, en le refroidissant jusqu'à la température que produit dans le vide de la machine pneumatique l'évaporation de l'ammoniaque liquide à — 89 degrés. La liquéfaction du gaz acide carbonique a lieu en faisant passer un courant de ce gaz dans un tube plongeant dans l'ammoniaque exposée dans le vide.

Mais si l'on fait intervenir une légère pression, 3 ou 4 atmosphères, on voit apparaître en peu de temps, sur les parois intérieures du tube, des cristaux transparents d'acide carbonique solide, qui sont incolores et qui ont la transparence de la glace. On les détache facilement des parois du tube condenseur ; ils se présentent sous la forme de gros cristaux d'apparence cubique ayant de 3 à 4 millim. de côté.

Ces cristaux, exposés à l'air, reprennent lentement l'état gazeux ; ils s'évaporent sans laisser du résidu. Déposés sur la main, ils ne font éprouver aucune sensation immédiate de chaleur ou de froid ; ils se laissent difficilement saisir entre les doigts, et s'échappent sous une faible pression, comme s'ils étaient enveloppés d'une matière éminemment onctueuse. Lorsqu'on réussit à mainte-

nir un de ces cristaux entre le pouce et l'index, il ne tarde pas à produire une brûlure insupportable.

Une certaine quantité d'acide carbonique solide fut placée au fond d'un petit tube de verre communiquant avec une cloche pleine de mercure; les cristaux ont disparu, au bout de quelque temps, sans laisser de résidu, tandis que la cloche s'était remplie de gaz carbonique parfaitement pur et intégralement absorbable par la potasse.

Mélangés avec l'éther, dans un petit creuset de porcelaine, les cristaux d'acide carbonique ont donné un mélange réfrigérant dans lequel le thermomètre marquait — 81° (1).

On peut effectuer en petit la liquéfaction de l'acide carbonique et d'un grand nombre de gaz, en se servant de la dilatation d'un liquide, sous l'influence de la chaleur, comme moyen de compression.

On introduit du mercure dans un tube de verre très-épais, et effilé à l'une de ses extrémités, que l'on met en rapport avec un autre tube qui laisse dégager de l'acide carbonique, après avoir chauffé le mercure jusqu'au point de le faire sortir du tube. Le liquide se refroidissant, une certaine quantité de gaz carbonique entre dans le tube, dont la pointe est alors fermée au chalumeau. On chauffe ensuite le mercure, qui se dilate et comprime le gaz au point de lui faire prendre l'état liquide, si le tube est suffisamment résistant. (*M. Berthelot.*)

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1861, tome 52, page 718.

CHAPITRE II.

ORIGINE, ÉTAT NATUREL ET PRODUCTION DE L'ACIDE CARBONIQUE.

L'acide carbonique est très-abondamment répandu dans la nature.

Il s'exhale de la terre en quantité considérable dans plusieurs localités, dans certains puits, dans les galeries des mines de houille, dans un grand nombre de grottes ou de cavités souterraines, surtout dans les contrées qui ont été autrefois le siége de volcans, telles que l'Auvergne, le Vivarais, les bords du Rhin, la Bohême, les environs de Naples, etc.

Le gaz carbonique existe dans toutes les eaux qui sont en contact avec l'atmosphère ; il donne de la saveur et de la qualité aux eaux potables, ainsi que nous le verrons plus loin, en parlant des boissons gazeuses; mais il est dissous en proportion considérable dans les eaux minérales gazeuses de Selters, de Spa, Châteauneuf, Vichy, Saint-Galmier, Vals, etc., auxquelles il communique des propriétés médicamenteuses particulières.

Les volcans vomissent sans cesse des torrents de gaz acide carbonique ; ce gaz s'exhale des cavernes qui les avoisinent, et s'accumule en couches plus ou moins épaisses sur les parties inférieures du sol, à cause de sa pesanteur spécifique plus grande que celle de l'air.

Tout le monde a entendu parler de la fameuse *grotte du Chien*, située sur les bords du lac Agnano, près de Naples, et des expériences que l'on y fait tous les jours pour l'instruction ou l'amusement des touristes.

La couche de gaz acide carbonique a une hauteur de 60 centimètres à un mètre; un homme peut y pénétrer impunément, sans être incommodé et y rester pendant longtemps s'il se tient debout; mais, si l'on y introduit un chien, l'animal est entièrement plongé dans la couche de gaz qui est irrespirable, et qui l'asphyxierait indubitablement, si après quelques instants de mort apparente on ne le retirait de la grotte.

Après quelques minutes d'exposition à l'air, l'animal reprend connaissance, revient à la vie et s'enfuit à toutes jambes.

Il y a des chiens qui ont résisté, pendant plusieurs années, à une semblable expérience renouvelée plusieurs fois par semaine.

Suétone rapporte que Tibère expérimentait sur des hommes et qu'il poussait souvent l'épreuve jusqu'au bout.

La grotte du Typhon, en Asie, n'est pas moins célèbre que la grotte du Chien.

En France, les grottes d'Aubenas, dans le Vivarais, celles de Neyrac (Ardèche), la *Mouffette*, de Perrault, près de Montpellier; les *Estouffes*, près de Clermont; celles du mont Joly en Auvergne, offrent le même phénomène, et les environs de ces localités sont souvent remarquables par leur belle et luxuriante végétation.

Près de la ville d'Aigueperse, en Auvergne, il y a une source de cette espèce que l'on nomme la *source empoisonnée*.

C'est un trou arrondi, placé au milieu d'un petit enfoncement du terrain, et d'où il sort continuellement une énorme quantité de gaz. Ordinairement cette cavité contient de l'eau bourbeuse à travers laquelle le gaz se dégage sous forme de grosses bulles qui, en crevant à la surface,

font entendre un bruit qu'on perçoit à la distance de 5 à 6 mètres. La végétation la plus riche entoure cette source dangereuse; tous les oiseaux, les petits quadrupèdes, les insectes, qui sont attirés par la fraîcheur du feuillage, tombent asphyxiés, aussi le sol est-il sans cesse jonché de cadavres dans un rayon assez étendu. Les bergers ont grand soin d'empêcher les bestiaux d'en approcher.

Une source d'acide carbonique non moins curieuse existe dans les bois qui entourent le lac Laacher, sur les bords du Rhin. Le gaz se fait jour silencieusement à travers le sol, et vient aboutir dans une espèce de fosse de 6 à 9 décimètres de profondeur, pratiquée dans la terre végétale, au milieu des broussailles.

Lorsque l'air est calme, la cavité se remplit presque entièrement d'acide carbonique. Le fond du trou est couvert de débris de petits animaux ; les insectes et les fourmis y arrivent en grand nombre, pour chercher leur nourriture ; mais, privés d'air, ils y meurent pour la plupart, et les oiseaux, à leur tour, apercevant l'appât trompeur, volent vers le piége et y sont pris. Les bûcherons, connaissant fort bien cette manœuvre, visitent souvent l'endroit et tirent profit de cette chasse dont la nature fait tous les frais.

Le gaz carbonique qui se dégage des sources minérales carbo-gazeuses reste pendant quelque temps au-dessus du liquide, surtout lorsque l'air est calme.

Les oiseaux qui viennent alors raser la surface des lacs et des sources tombent souvent asphyxiés.

C'est ce qui arrive dans plusieurs endroits des Marais Pontins, sur l'antique Cocyte et l'Averne, et, dit-on, sur les bords de la mer Morte.

A Marienbad, en Bohême, on remarque, à un endroit

d'où le gaz carbonique s'échappe de la terre, une sorte de brouillard très-visible le matin et le soir. La couche de gaz qui se trouve mélangée plus ou moins avec l'air a deux mètres d'épaisseur environ.

Plusieurs fois des oiseaux ont été asphyxiés en voulant traverser cette couche gazeuse. Le courant de gaz qui s'échappe de la terre par une fissure est assez fort pour faire tournoyer une petite pièce de monnaie.

Il y a aussi à Neyrac (Ardèche), un puits à demi comblé dans lequel on voit de semblables effets se produire.

En Allemagne, près de certaines sources qui fournissent du gaz carbonique en grande abondance, on a construit des établissements spéciaux, où l'on administre des bains et des douches de gaz carbonique.

Les établissements de Marienbad, Carlsbad, Meinberg, Cronthal, Eger-Franzensbad, Cannstadt, Kissingen, Nauheim, sont très-remarquables. Dans cette dernière localité, la quantité de gaz carbonique qui se dégage de la source est évaluée à **100,000** pieds cubes, **3** à **4,000** mètres cubiques par vingt-quatre heures.

A Nauheim, à Eger-Franzensbad, le gaz carbonique qui sort de la terre est pur ou à peu près, mais à Marienbad, à Eilsen, à Nenndorf et dans plusieurs autres localités, il est mélangé avec une petite quantité de gaz sulfhydrique, d'azote, d'hydrogène, ou d'air atmosphérique ; ce qui, par conséquent, doit apporter des modifications dans le mode d'emploi, ainsi que dans les effets thérapeutiques des bains faits avec ces divers mélanges gazeux.

Nous possédons en France un grand nombre de sources minérales et de localités dans lesquelles le gaz carbonique existe en grande abondance.

Le sol volcanique de l'Auvergne en particulier, ainsi que

celui des contrées qui l'avoisinent, est très-riche en sources de ce genre. Les sources carbo-gazeuses de Clermont, de Royat, Châteauneuf, de Saint-Pardoux, de Vichy, de Cusset, du mont Dore, de Saint-Nectaire, la Malou, Neyrac, Vals, de Soultzmatt, Soultzbach, etc., fourniraient, sans aucun doute, des quantités de gaz carbonique bien suffisantes pour former des établissements de bains et de douches de gaz carbonique analogues à ceux qui sont établis en divers points de l'Allemagne; ce serait une addition utile et en même temps fort profitable pour nos thermes.

Espérons que les administrateurs de nos sources minérales carbo-gazeuses comprendront bientôt l'importance que peuvent offrir ces sortes d'établissements.

Le sol arable laisse continuellement dégager du gaz carbonique; la quantité de ce gaz, émise par la terre, varie suivant la nature et les proportions des engrais que l'on y a ajoutés.

Une terre argileuse, engraissée avec une forte proportion de fumier de ferme et de tourteaux, a dégagé, en vingt-quatre heures, 15 litres 70 centil. de gaz carbonique par mètre carré de surface, ce qui équivaut à 1,570 hectolitres de gaz par hectare en vingt-quatre heures.

Les labourages et binages profonds favorisent beaucoup le dégagement du gaz carbonique, en exposant à l'air un grand nombre de molécules organiques (1).

A l'état solide, l'acide carbonique entre pour plus d'un

(1) M. Cobenwinder, *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1855, tome 2, page 149.

tiers dans la composition des roches ou pierres calcaires, des marbres, des marnes, de la craie, etc., qui forment l'écorce du globe terrestre.

Le carbonate de chaux est composé de :

26,5 de chaux,
20,7 d'acide carbonique.

47,2

1 kilogramme de craie ou de carbonate de chaux produit 420 grammes ou plus de 200 litres d'acide carbonique.

L'air atmosphérique contient naturellement, ainsi que nous l'avons dit, une petite quantité de gaz acide carbonique; de 7 à 10 millièmes.

Th. de Saussure admet que, sur 10,000 parties d'air, la proportion d'acide carbonique est, terme moyen, de 4,9; cet observateur a trouvé, pour maximum, 6,9.

Il est très-facile de constater la présence de l'acide carbonique dans l'air atmosphérique. Il suffit, pour cela, d'exposer, au contact de l'air libre, de l'eau de chaux, dans une large capsule de verre, pendant plusieurs jours.

On brise fréquemment la pellicule blanche et terreuse qui se forme à la surface du liquide. On recueille, par ce moyen, une quantité très-notable d'une sorte de terre (carbonate de chaux) qui fait une vive effervescence avec les acides, et qui, calcinée dans un petit appareil propre à recueillir les gaz, fournit un fluide élastique qui est de l'acide carbonique. Or cet acide ne peut provenir que de l'air, puisque l'eau de chaux employée pour le condenser n'en contenait pas. Cette expérience si concluante, que

nous devons à Black, a été répétée à toutes les hauteurs de l'atmosphère, au sommet du mont Blanc (il a 4,797 mètres d'élévation), par Saussure père; sur de l'air pris par l'aéronaute Garnerin, à la hauteur de 1,390 mètres environ; on a démontré, ainsi, que l'acide carbonique n'existe pas seulement dans les couches inférieures de l'air, mais qu'il se trouve dans les régions les plus élevées de l'atmosphère.

La quantité d'acide carbonique contenue dans l'air est sujette à de grandes variations.

Le savant physicien que nous venons de citer a observé qu'une pluie diminue la quantité d'acide carbonique contenue dans l'air. En traversant l'atmosphère, l'eau se charge d'acide carbonique et l'entraîne avec elle dans le sol; ce gaz se dégage ensuite à mesure que la terre se dessèche.

Un hiver froid, accompagné de gelées qui dessèchent la terre, augmente la quantité d'acide carbonique de l'air; le dégel la diminue.

Au-dessus des grands lacs, la proportion d'acide carbonique est moindre qu'à la surface de la terre. La différence est de 0,5 sur 10,000 parties d'air.

La quantité d'acide carbonique augmente dans les lieux habités.

Sur les montagnes très-élevées, la proportion d'acide carbonique est plus considérable que dans les plaines, et ne paraît pas varier pendant le jour et la nuit.

Dans les plaines, elle éprouve des variations notables; la proportion d'acide carbonique est plus forte, pendant la nuit que pendant le jour, de 0,34 sur 10,000 parties d'air. Ces changements, qui ont lieu ordinairement dans les premières heures après le lever du soleil, proviennent de la décomposition qu'éprouve l'acide carbonique sous

l'influence des rayons solaires par les parties vertes des plantes.

MM. Boussingault et Lévy ont confirmé ces résultats et se sont assurés que l'air d'une ville contient un peu plus d'acide carbonique que l'air de la campagne. Sur 10,000 volumes, l'air pris à Paris contenait 3,190 d'acide carbonique, et l'air pris à Andilly, près Montmorency, seulement 2,989.

Du reste, toutes ces variations sont assez peu prononcées pour n'avoir pas d'influence appréciable sur la respiration des animaux.

« On pourrait croire, dit M. Girardin (1), qu'en raison de la quantité infiniment petite de ce gaz dans notre atmosphère son influence doit être à peu près nulle dans la production des phénomènes qui s'accomplissent à la surface de la terre. Il n'en est rien cependant, car l'étude plus attentive de ceux-ci a démontré que l'acide carbonique atmosphérique est l'origine, la cause des effets les plus variés et les plus étendus; c'est ce gaz qui fournit aux plantes la majeure partie du carbone nécessaire à la constitution et au développement de leurs tissus et de leurs organes. Mais, malgré son peu d'énergie comme acide, il joue, néanmoins, un rôle de tous les instants dans la décomposition des roches pierreuses superficielles.

« Dissous par l'eau des pluies et présenté ainsi dans un état plus favorable aux réactions chimiques, il attaque peu à peu et ronge les pierres les plus dures, finit par désagréger jusqu'au granit lui-même qu'il fait tomber en poussière, en en changeant la nature. L'absorption de l'oxygène lui-même par les métaux n'est pas seulement

(1) *Chimie industrielle*, page 56.

favorisée par l'humidité, elle est surtout déterminée par la présence de l'acide carbonique, qui provoque, pour ainsi dire, l'oxydation. »

La *combustion* du bois, du charbon, de l'huile, du suif, de la cire produit une quantité considérable d'acide carbonique.

Un kilogramme de charbon, en brûlant, convertit en acide carbonique la totalité de l'oxygène renfermé dans 9 mètres cubes d'air.

L'air d'une chambre où du charbon brûle peut être vicié au point de causer la mort. Le charbon ne peut entrer et se maintenir en combustion sans oxygène; or il absorbe peu à peu celui qui existe dans l'air de la chambre et le remplace par de l'acide carbonique; il arrive donc un moment, lorsque l'air ne se renouvelle pas, où l'atmosphère de la chambre ne consiste plus qu'en azote et acide carbonique, dans lesquels les animaux ou les hommes ne peuvent plus vivre. Les maux de tête, les malaises qu'on éprouve parfois inopinément pendant les soirées d'hiver, n'ont souvent d'autre cause que l'altération de l'air de nos appartements, trop hermétiquement fermés et trop fortement chauffés.

L'air devient impropre à la respiration quand il ne renferme plus que le tiers de l'oxygène qu'il doit contenir; d'où il suit que la combustion de 1 kilogr. de charbon rend irrespirables 27 mètres cubes d'air. Ainsi l'air d'un appartement clos, de 4 mètres de longueur sur 4 de largeur et 3 de hauteur, et renfermant $3 \times 4 \times 4 = 48$ mètres cubes de capacité, serait rendu impropre à la respiration et

asphyxierait les hommes qui le respireraient, par la combustion de 1k,74 de charbon.

L'acide carbonique, étant formé de 27,3 de carbone et de 72,7 d'oxygène, il en résulte que 1 kilogramme de carbone exige 72,7 ; 27,36 = 2k,65 d'oxygène pour passer à l'état d'acide carbonique.

Et 1 kilogramme de carbone exige, pour sa combustion, 1mc,65 d'oxygène = 8mc,81 d'air atmosphérique.

Un kilogr. de bois ordinaire.	3mc,60 d'air.
Un kilogr. de charbon de bois.	8 20
Un kilogr. de houille.	9 05

Mais, pour alimenter convenablement un foyer, ces quantités d'air doivent être augmentées de beaucoup et même doublées, attendu qu'il n'y a guère qu'une moitié de l'air traversant le foyer qui soit altérée. (*Péclet.*)

La combustion des huiles et de la bougie est aussi une des causes de l'altération de l'air. 1 kilogramme d'acide stéarique verse, en brûlant dans une capacité de 50 mètres cubes, près de 4 pour 100 d'acide carbonique.

De nombreux appareils d'éclairage peuvent donc faire varier aussi la composition de l'air confiné.

L'air qui a servi à la *respiration* de l'homme et des animaux est vicié et contient une forte proportion de gaz acide carbonique.

On peut facilement le constater au moyen des expériences suivantes :

1° Si vous soufflez avec la bouche, au moyen d'un tube, dans de l'eau légèrement colorée en bleu par une teinture

3.

végétale très-sensible, vous verrez en peu d'instants la couleur bleue de la liqueur devenir rouge, ce qui est dû à ce que l'air expiré par les poumons est acide. Les acides ont, comme on le sait, la propriété de faire passer au rouge les couleurs bleues végétales.

2° Si vous soufflez pendant quelques minutes avec la bouche, au moyen d'un tube, dans un verre à moitié rempli d'eau de chaux nouvellement préparée et filtrée, vous verrez qu'après peu d'instants cette eau, qui était très-limpide, deviendra blanche comme du lait, elle déposera un précipité qui est du carbonate de chaux.

L'air, comme on le sait, est un composé d'oxygène et d'azote ; en passant dans les poumons, une partie de son oxygène se charge du carbone émis par ces organes et forme de l'acide carbonique qui est rejeté au dehors par l'expiration. En traversant l'eau de chaux l'acide carbonique se combine avec de la chaux que cette eau contient, ce qui donne lieu à la formation d'un sous-sel insoluble qui se précipite ; c'est du *sous-carbonate de chaux.* L'air qui sort de l'eau de chaux contient beaucoup d'azote ; il n'est plus propre à la respiration ni à la combustion.

La combustion de l'oxygène dans les poumons est nécessaire pour entretenir la vie et pour rendre au sang les qualités qu'il a perdues en parcourant les diverses parties du corps. C'est aussi à cette combustion de l'oxygène dans la poitrine et d'autres organes que l'on attribue la cause de la chaleur animale.

3° Si vous mettez un petit animal, un oiseau, une souris dans un bocal que vous fermerez hermétiquement, vous verrez, en débouchant le flacon sous l'eau, après douze ou vingt-quatre heures, que l'eau montera dans l'intérieur du bocal, c'est-à-dire que l'air contenu dans le vase a diminué

de volume, et enfin, si vous analysez cet air, vous trouverez qu'il a perdu une grande partie de son oxygène, et que l'air contenu dans le vase a été converti, en grande partie, en acide carbonique, ce qu'il sera très-facile de constater en versant dans le bocal de l'eau de chaux qui sur-le-champ deviendra laiteuse, et déposera du carbonate de chaux.

4° Si vous faites la même expérience avec des fleurs dans l'obscurité, vous verrez qu'après vingt-quatre heures l'air des bocaux sera vicié; l'oxygène aura disparu et sera remplacé par de l'acide carbonique; une bougie plongée dans cet air s'y éteindra sur-le-champ, un oiseau y périra de suite.

Cette expérience démontre combien il est dangereux de coucher dans des chambres fermées qui renferment beaucoup de fleurs, de fruits, etc.

Voici, d'après les expériences de Lassaigne, les quantités d'acide carbonique que l'homme et les principaux animaux domestiques exhalent dans l'air en une heure.

	Litres.
Taureau	271,10
Cheval	219,72
Bélier de 8 mois	55,23
Chèvre de 8 ans	21,48
Chien de chasse	18,31
Homme	17,76
Chevreau de 5 mois	11,60

Nous étudierons plus loin les phénomènes de la production de l'acide carbonique par les animaux vivants.

M. Boussingault a déterminé approximativement la proportion d'acide carbonique qui se produit à la fois, à

Paris, en vingt-quatre heures. Il est arrivé aux résultats suivants :

	Mètres cubes.
Par la population	336,777
— les chevaux	132,370
— le bois à brûler	855,385
— le charbon de bois	1,250,700
— la houille	314,215
— l'huile à brûler	58,401
— le suif ou les chandelles	25,722
— la cire des bougies	1,041
	2,974,641

Les diverses causes de production de l'acide carbonique, dont nous venons de parler, et qui sont toujours en action, fournissent à l'atmosphère une énorme quantité de ce gaz ; cependant l'expérience démontre que la proportion contenue dans l'air est infiniment petite, puisque le maximum n'arrive guère qu'à 0,0006.

Cette circonstance remarquable et qui est bien faite pour causer quelque étonnement est due à ce que les parties des végétaux qui sont colorées en vert, et spécialement les feuilles, ont la propriété, sous l'influence de la *lumière solaire*, d'absorber l'acide carbonique et de le décomposer ; la plante s'assimile le carbone du gaz et dégage dans l'air une partie de l'oxygène qu'il contient.

Les végétaux, lorsqu'ils sont exposés à l'influence de la lumière solaire, purifient donc l'air en décomposant l'acide carbonique qu'il contient.

« Cette décomposition et cette régénération continuelles de l'acide carbonique, par suite de la respiration des plantes et des animaux, dit M. Girardin, s'opèrent dans une si parfaite harmonie, que la proportion de ce gaz

dans l'air ne change pas sensiblement, et qu'il en résulte un véritable équilibre mobile, qui maintient l'intégrité de composition de l'atmosphère, et assure à tout jamais la permanence des conditions extérieures nécessaires au développement des êtres vivants à la surface du globe. »

Priestley, Ingenhousz ont démontré que, si l'on place une plante sous une cloche de verre contenant un mélange d'air et d'acide carbonique vicié au point que la bougie ne puisse y brûler, l'acide carbonique disparaîtra peu à peu et sera remplacé par du gaz oxygène, si la plante est exposée à la lumière et aux rayons du soleil, de telle sorte que le mélange d'air qui était méphitique deviendra, après peu de jours, très-propre à la respiration et à la combustion ; la bougie, au lieu de s'éteindre, brûlera vivement dans cet air ainsi régénéré.

M. Cloëz a reconnu que les feuilles des plantes aquatiques vertes, submergées, ne dégagent, sous l'influence de la lumière solaire, que du gaz oxygène, sans oxyde de carbone, mais que les feuilles jaunes ou rouges de plusieurs plantes, dans les mêmes circonstances, ne dégagent pas de gaz oxygène, si elles sont absolument dépourvues de matière verte.

Le gaz carbonique est produit dans la fermentation du vin, de la bière, du pain, etc. ; c'est lui qui rend mousseux les vins blancs, la bière et autres boissons fermentées, le soda-water, etc.

Enfin les substances organiques abandonnées à l'air se décomposent et transforment l'oxygène de l'air en acide carbonique.

CHAPITRE III.

EXTRACTION ET PRÉPARATION DE L'ACIDE CARBONIQUE.

On obtient artificiellement l'acide carbonique gazeux :

1° En faisant brûler du charbon dans un excès d'air ou d'oxygène ;

2° En soumettant à la calcination le carbonate de chaux qui perd par la chaleur son acide carbonique et donne de la *chaux vive* ou caustique ;

3° En décomposant le carbonate de chaux par un acide ;

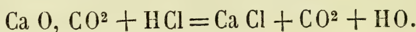
4° Par la fermentation.

On extrait d'une manière économique le gaz carbonique de pierres calcaires ou carbonates de chaux, en soumettant celles-ci à l'action d'un acide plus fort, tel que l'acide sulfurique étendu de dix à douze fois son poids d'eau, l'acide chlorhydrique, etc., qui déplacent l'acide carbonique, et font avec la base ou la chaux d'autres combinaisons, du sulfate de chaux, etc.

Si l'on se sert de l'acide sulfurique et de craie pour préparer l'acide carbonique, on a la formule $SO^3 + Ca\,O, CO^2 = Ca\,O, SO^3 + CO^2 + HO$.

Il faut étendre cet acide de 10 à 12 fois son volume d'eau et agiter sans cesse le mélange, parce que le sulfate de chaux qui est peu soluble recouvrirait le carbonate de chaux, et l'empêcherait d'être attaqué par l'acide encore libre.

On emploie ordinairement l'acide chlorhydrique et le marbre blanc ; il se forme ainsi du chlorure de calcium soluble dans l'eau :



$$Ca\,O, CO^2 + HCl = Ca\,Cl + CO^2 + HO.$$

Prix de revient du gaz carbonique fabriqué artificiellement.

Dans un appareil à fabriquer les eaux gazeuses, coûtant 2,500 francs, dans lequel on peut décomposer quatre charges de craie en douze heures,

La dépense est :

Acide sulfurique, 50 kilog. à 20 fr.............	10 fr.
Craie (carbonate de chaux), 50 kilog...........	1
	11 fr.

Produit :

20 kilog. de gaz carbonique (10,000 litres).

Les 50 kilog. de carbonate de chaux contiennent 22 kil. d'acide carbonique.

Si le gaz est employé à fabriquer de l'eau gazeuse, on aura au moins 1,200 bouteilles chargées à 4 ou 5 atmosphères (5 à 6,000 litres de gaz), dont le prix de revient, y compris les bouchons, main-d'œuvre, intérêt, bouteilles cassées, etc., serait de 77 francs, soit 8 centimes la bouteille. (*M. Payen.*)

Nous ferons connaître plus loin les procédés et les appareils employés pour extraire en grand le gaz carbonique destiné à la préparation des eaux et boissons gazeuses artificielles, ainsi qu'à divers usages médicinaux.

CHAPITRE IV.

DES APPLICATIONS INDUSTRIELLES DE L'ACIDE CARBONIQUE.

On emploie le gaz acide carbonique pour la fabrication de l'eau dite de Seltz, des boissons et limonades gazeuses; pour remplacer la vapeur; on l'applique à divers usages industriels, notamment à la préparation de plusieurs carbonates, du bicarbonate de soude, du blanc de céruse ou carbonate de plomb, à la fabrication du pain, des bières et vins mousseux, à la conservation de la viande, à la décomposition du tartrate de chaux, dans l'extraction du sucre de betteraves, etc.; enfin on l'emploie, sous la forme de bains, de douches, etc., dans le traitement de diverses maladies. Pour cet objet spécial, on utilise plus particulièrement l'acide carbonique qui se dégage des sources naturelles; mais, à défaut de gaz naturel, on peut faire usage très-avantageusement du gaz carbonique préparé artificiellement, et que l'on peut produire à très-bon marché, puisque les 1,000 litres ne coûtent guère que 1 franc.

Bicarbonate de soude.

On prépare ce sel en exposant, pendant plusieurs jours, du carbonate de soude cristallisé, concassé en fragments et humide à l'action du gaz carbonique qui se dégage naturellement des eaux minérales gazeuses, comme à Vichy, ou du même gaz préparé artificiellement.

Le gaz carbonique en contact avec les cristaux humectés se dissout, et les attaque; il forme d'abord un sesquicarbonate composé en équivalents de 1,5 d'acide

pour 1 de soude, et ensuite un bicarbonate contenant 2 d'acide pour 1 de base.

Le bicarbonate est ensuite desséché dans un courant de *gaz* carbonique sec et chaud.

Dans les fabriques de produits chimiques, on prépare de grandes quantités de bicarbonate de soude à la fois, en suivant le procédé qui a été indiqué en 1830 par le pharmacien américain Smith. Ce procédé consiste à faire arriver du gaz carbonique lavé dans des caisses de bois ou de cuivre, ou dans une grande fontaine de grès remplie à l'avance de cristaux de soude. Le gaz ne peut sortir de ces vases qu'en soulevant une colonne d'eau de 32 à 64 centimètres; de cette manière, il se trouve en contact pendant quelque temps avec le carbonate neutre qui s'en sature, sans perdre toutefois sa forme solide et cristalline; mais il devient complétement opaque, poreux, friable, et abandonne les 5/6 de son eau combinée, qui ruisselle sur les parois des caisses. (*M. Girardin.*)

Lorsque l'on chauffe le bicarbonate de soude à 100° et au-dessus, il laisse dégager la moitié de son acide carbonique.

On emploie ce moyen, dans les laboratoires, pour avoir du gaz carbonique sec.

On obtient du même sel une quantité double de gaz carbonique en l'attaquant par un autre acide, tel que l'acide sulfurique, chlorhydrique, tartrique, citrique, etc.

Le bicarbonate de soude broyé, mélangé avec du sucre, de la gomme et ensuite aromatisé, constitue les *pastilles digestives de Darcet* ou de *Vichy*, qui sont employées pour saturer l'excès d'acide qui parfois existe dans l'estomac, et dégagent en même temps dans ce viscère une cer-

taine quantité d'acide carbonique qui lui donne du ton, de la chaleur et favorise la digestion.

Blanc de céruse.

La *céruse* (carbonate neutre de plomb) est fabriquée en faisant passer un courant de gaz carbonique à travers une dissolution de litharge dans l'acide acétique.

L'acide carbonique est produit soit par la combustion du charbon, soit par la décomposition de la craie en morceaux (2 mesures 1/2) et du coke (une mesure) à l'aide de la chaleur, dans une sorte de four à chaux.

Le gaz produit par la décomposition de la craie est aspiré au moyen d'un appareil ventilateur appelé *cagniardelle* et injecté dans la dissolution plombique.

Emploi du gaz carbonique dans la fabrication du sucre.

La défécation du jus de betteraves a pour but d'enlever au jus une grande partie des matières étrangères qu'il contient. C'est à l'aide de la chaux qu'on obtient ce résultat ; la chaux agit sur les substances étrangères au sucre, les décompose, et il se forme du *sucrate de chaux*. Dans sa combinaison avec la chaux, le sucre n'est point altéré, et on peut l'extraire à l'état de pureté ; on fait passer à travers le liquide contenant le sucrate de chaux en dissolution un courant de gaz carbonique obtenu par la combustion du charbon. L'acide carbonique décompose le sucrate de chaux et donne lieu à un précipité abondant de carbonate calcaire qui se dépose. Le sirop obtenu de cette manière, après avoir été filtré, est blanc et limpide; la quantité de sucre est plus abondante et d'une saveur plus agréable que par les autres procédés.

Préparation du pain.

M. Dauglish a fait connaître un nouveau procédé de panification qui est appliqué en Angleterre sur une grande échelle et dans lequel on supprime la fermentation, l'emploi du levain, etc., que l'on remplace par une opération mécanique, qui consiste à mélanger et à diviser la pâte dans un pétrin fermé contenant du gaz acide carbonique comprimé à plusieurs atmosphères.

Voici en quoi consiste ce procédé :

La farine (350 à 450 kilogr.) est introduite dans un vase sphérique en fonte, où l'on fait le *vide*, pour en extraire, à un dixième près, l'air atmosphérique ; puis on y fait arriver environ les 0,6 dixièmes du poids de la farine, d'eau chargée d'acide carbonique sous une pression de 7 atmosphères. On opère alors le mélange de l'eau gazeuse avec la farine pour former la pâte, au moyen d'un agitateur à palettes mis en mouvement par un moteur mécanique ; au bout de quinze minutes d'agitation, on ouvre un robinet placé à la partie inférieure de la sphère, et la pâte sortant par deux tubulures terminées en bec de flûte (dont la section présente une longueur de 5 centimètres et une largeur de 5 millimètres) tombe dans les panetons saupoudrés de fleurage. On retourne sur la pelle et on enfourne au fur et à mesure que la pâte s'écoule ainsi de la sphère. On n'emploie donc, suivant cette méthode ni levain ni levûre, et la fabrication est entièrement mécanique.

Pour effectuer une seconde opération, on fait passer l'acide carbonique excédant la pression atmosphérique dans un gazomètre ; — on laisse rentrer l'air dans la sphère creuse ; on y introduit la farine ; on en extrait de

nouveau l'air en faisant le vide, comme nous l'avons dit, et l'on y introduit ensuite l'eau gazeuse à 7 atmosphères (1).

Emploi du gaz carbonique comme force motrice.

M. Cameron a indiqué, en 1824, l'application possible du gaz acide carbonique comprimé comme un élément automoteur.

Sir H. Davy pense que les gaz comprimés et dilatés par la chaleur pourront un jour être employés comme agents mécaniques et substitués à la vapeur d'eau; et notre célèbre compatriote Brunel a réalisé les idées de Cameron et Davy.

Brunel, dont le nom est attaché à l'une des entreprises les plus gigantesques de ce siècle (la construction du pont sous la Tamise), a voulu réaliser les idées de Davy, en construisant une machine dans laquelle l'acide carbonique liquide, alternativement raréfié par la chaleur et condensé par le froid, peut développer une force motrice considérable. L'acide carbonique liquéfié est renfermé dans deux cylindres qui communiquent, l'un avec la partie supérieure, l'autre avec la partie inférieure d'un corps de pompe garni d'un piston. Si l'on échauffe cet acide, à l'aide d'un courant d'eau bouillante, dans des tubes intérieurs de l'un des deux cylindres, la pression qui résulte de son expansion est égale à celle de 90 atmosphères; et, comme elle agit sur un piston qui ne résiste qu'avec la force de 30 atmosphères, si l'on suppose la température de 0 degré, la puissance motrice, égale à la différence, est

(1) M. Payen, *Bulletin des séances de la Société impériale d'agriculture*, tome 18, p. 25, 1862-1863.

de 60 atmosphères. On conçoit qu'en échauffant et refroidissant alternativement l'acide carbonique enfermé dans les deux cylindres on obtient un mouvement alternatif dont la force constante, dans l'hypothèse citée, est égale à 60 atmosphères.

Si donc l'on peut vaincre les difficultés qui résultent de la facilité avec laquelle l'acide carbonique liquide fait explosion par la moindre élévation de température, et trouver des appareils assez forts pour résister à la haute tension de sa vapeur, on pourra produire des effets bien autrement prodigieux que ceux de la machine à vapeur, dont la force, cependant, a déjà multiplié au centuple la puissance humaine. L'azote et surtout l'hydrogène, à l'état liquide, exerceraient, sans aucun doute, une bien plus puissante action que l'acide carbonique. L'imagination s'emporte à l'idée des efforts que l'homme pourra surmonter avec de tels engins. (*M. Girardin.*)

Peut-être la liquéfaction et la solidification du gaz acide carbonique produiront-elles un jour une révolution dans l'industrie ?

CHAPITRE V.

HISTORIQUE.

La découverte de l'acide carbonique remonte au XVI[e] siècle ; ce gaz est le premier que les anciens chimistes aient appris à distinguer de l'air atmosphérique.

Paracelse et Van Helmont reconnurent que les pierres calcaires laissent dégager par la calcination un *air* parti-

culier. Bergmann, qui reconnut l'acidité de ce corps, l'appela *acide aérien*. *Van Helmont* constata que ce même acide se produit dans la fermentation des liquides sucrés, dans la combustion du charbon, et se rencontre dans certaines excavations naturelles, telles que la *grotte du Chien*, dans les environs de Naples.

Hales, au XVIIe siècle, démontra que l'acide carbonique entre pour une proportion considérable dans la composition des pierres calcaires.

Comme il se dégage abondamment de la pierre calcaire ou de la craie, on l'appela *acide crayeux*.

En 1756, Black, physicien anglais, découvrit les principales propriétés du gaz carbonique qu'il appela *air fixe* ou *fixé* (fixed air).

Black démontra par l'expérience que le fluide élastique qui se dégage de la fermentation est de l'air fixe ; il soupçonna également qu'il y avait de l'air fixe produit dans l'acte de la respiration de l'homme ; il démontra, au moyen de l'eau de chaux, que la combustion du charbon donne également naissance à de l'air fixe ; et il confirma ainsi expérimentalement toutes les observations de Van-Helmont, de Boyle et de Hales. Enfin Black conclut que ce gaz est absorbé par les alcalis caustiques et qu'il les neutralise, que ces mêmes alcalis ainsi que la craie, dissous dans un acide, dégagent leur air *fixe* en faisant effervescence.

Priestley, à la fin du siècle dernier, reconnut l'existence de l'acide carbonique dans l'air atmosphérique.

Lavoisier et Pearson démontrèrent qu'il était de la même nature que celui qui se dégage du charbon enflammé.

Lavoisier, en 1775, établit la composition de ce gaz, en démontrant par la synthèse qu'il est formé d'*oxygène* et

de carbone ; c'est pourquoi on lui a donné le nom d'*acide carbonique.*

Lavoisier trouva que l'acide carbonique était formé de 28 de carbone et de 72 d'oxygène.

Après Lavoisier, Berzélius évalua la proportion du carbone contenu dans l'acide carbonique à 27,65.

Enfin MM. Dumas et Stas établirent la composition de l'acide carbonique par une méthode dont la précision ne laisse plus rien à désirer; ils démontrèrent que ce gaz contient pour 100 parties 27,27 de carbone.

En 1823, M. Faraday parvint à liquéfier, et en 1835 M. Thilorier parvint à solidifier le gaz carbonique, au moyen de la compression et du froid.

Le gaz acide carbonique n'a guère été employé en médecine qu'après les travaux de Priestley.

Cependant les propriétés anesthésiques de ce gaz paraissent avoir été connues des anciens.

Pline le naturaliste dit que la vapeur qui se produit, lorsque l'on verse du vinaigre sur du marbre, apaise et engourdit la douleur d'une plaie. Hippocrate, Galien, etc., ont recommandé la *fumée* de plantes en combustion pour apaiser les vives douleurs dans plusieurs affections de l'utérus.

Hey, Withering, Percival, Dobson, Warren ont fait, les premiers, l'application de l'acide carbonique par les voies gastrique et bronchique. (Priestley, *Expér. et observ. sur différentes espèces d'air*, t. I, p. 379, art. 3, p. 344.)

Macbride a, le premier, appliqué le gaz acide carbonique au traitement du scorbut et principalement des maladies putrides.

Jos. Priestley a recommandé l'administration de l'acide carbonique en lavement dans les fièvres et les maladies

putrides, et l'application à l'extérieur de cet agent, pour assainir et améliorer la suppuration des ulcères cancéreux.

Henry Gibson et Benjamin Rush ont recommandé les cataplasmes *fermentants* de drêche, de levains en *fermentation*, dans le même but.

Nathaniel Hulme a fait usage avec succès de l'acide carbonique et des eaux gazeuses contre la gravelle, les calculs de la vessie, la goutte, le scorbut, la fièvre puerpérale, les fièvres et diarrhées putrides, etc.

Mascagni s'est guéri lui-même de la gravelle par l'usage de l'eau de Seltz.

Percival essaya le premier de faire respirer le gaz carbonique aux phthisiques, ayant observé que l'atmosphère des eaux minérales de Bath, loin de nuire aux personnes atteintes de phthisie pulmonaire, les soulage, au contraire, beaucoup. Cependant il convient que le gaz ne guérit pas radicalement l'affection, mais il en diminue les accidents.

Thomas Beddoës recommanda l'air des étables, qui agit principalement par l'acide carbonique dont il est imprégné.

L'utilité attribuée par Beddoës au gaz carbonique dans les ulcérations du poumon fut constatée, en quelque sorte, par J. Ingenhousz (1), qui assure être, avec son secours, parvenu à calmer les douleurs causées par les plaies et les ulcérations. Il recommande aussi, d'après l'expérience, le gaz acide carbonique contre la pierre, les ulcères cancéreux, etc.

Venel, de Montpellier, remarqua l'un des premiers que certaines eaux minérales étaient chargées de ce gaz.

(1) *Miscellanea physico-medic.*, 1794.

En 1775, il indiqua un procédé pour préparer les eaux gazeuses, au moyen de poudres, comme on le pratique aujourd'hui.

En 1766, Bergmann fit connaître un procédé pour imiter les eaux gazeuses de Selters, de Spa et de Pyrmont.

Duchanoy publie, en 1780, son ***Essai sur l'art d'imiter les eaux minérales.***

Depuis cette époque, un grand nombre d'inventeurs, parmi lesquels nous citerons Bramah, Barruel, MM. Savaresse, Ozouf, Berjot, Mondollot, etc., imaginèrent divers appareils pour fabriquer en grand les eaux gazeuses.

Les bains de gaz carbonique sont d'origine moderne; ils ont été établis, il y a environ quarante ans, dans diverses localités de l'Allemagne, notamment à Eger, Marienbad, à la suite de la guérison presque miraculeuse du docteur Struve, dont nous parlerons en traitant des bains de gaz.

Plus tard, on en établit en Allemagne, à Pyrmont, à Kissingen, à Meinberg, à Nauheim, à Hombourg, à Cronthal, à Ems. Les docteurs Seiche et Vogel, à Eger-Franzensbad; Piderit, à Meinberg; Heidler, à Marienbad; Kuster, à Cronthal, ont publié des mémoires fort intéressants sur les bains et les douches de gaz carbonique.

Vers les années 1832-1840, MM. Goin et Nepple (1) firent à Saint-Alban quelques essais d'applications thérapeutiques du gaz acide carbonique, en bains, en inhalations, à l'exemple de ce qui se pratique en Allemagne.

Mais, bien que ces essais aient offert des résultats satisfaisants et très-dignes d'attention, on n'y a pas donné de suite.

(1) MM. Goin, *Eaux minérales de Saint-Alban*, 1834; Nepple, *Journal de médecine de Lyon*, 1842.

En 1854, l'attention des médecins fut attirée de nouveau sur le gaz carbonique par un travail que nous avions présenté à l'Académie des sciences et à l'Académie de médecine (1).

On fit alors dans les hôpitaux de nombreux essais qui, lorsqu'ils furent exécutés dans les conditions convenables, présentèrent des résultats utiles bien constatés.

MM. Simpson, à Édimbourg; Scanzoni, à Wurtzbourg; Demarquay, Leconte, Ozanam, Broca, Monod, Follin, Willemin, etc., firent un grand nombre d'expériences et d'observations, et publièrent les relations de cures heureuses ou d'améliorations notables qu'ils ont obtenues par l'emploi du gaz carbonique.

Mais comme, à cette époque, on ne connaissait pas encore bien exactement les conditions requises pour l'emploi thérapeutique et l'administration du gaz, qu'on l'appliquait souvent au hasard et même dans des maladies *incurables*, les expérimentateurs éprouvèrent quelquefois des mécomptes; il en résulta de la défaveur et du doute sur la valeur de l'agent lui-même.

Maintenant que nous avons précisé les circonstances et les conditions requises pour administrer le gaz carbonique avec succès et sécurité; que nous avons fait connaître les procédés, les appareils et les divers modes d'emploi, les cas où cet agent peut être utile, où il est indiqué, et ceux dans lesquels il y a contre-indication, on pourra dorénavant marcher avec confiance et sécurité dans la voie des recherches et de l'expérimentation rationnelle; les résultats de l'emploi thérapeutique du gaz carbonique,

(1) Herpin, sur les bains et douches de gaz carbonique. *Compt. rend. de l'Acad. des scienc.*, mars 1855. — Id., broch. in-8°. — Id., *Études sur les Eaux minérales*, p. 28.

lorsqu'il sera administré dans les circonstances et les conditions convenables, ne pourront manquer d'être complétement heureux et satisfaisants.

CHAPITRE VI.

DU GAZ OXYDE DE CARBONE.

Le gaz oxyde de carbone mérite, par ses propriétés, de fixer un instant notre attention.

C'est à tort que l'on attribue à l'acide carbonique les accidents que détermine la vapeur du charbon, car le charbon rouge décompose l'acide carbonique, s'empare de son oxygène et le transforme en gaz oxyde de carbone, de sorte que, s'il existe dans cette vapeur de l'acide carbonique, il n'y en a que très-peu (1).

C'est donc au *gaz oxyde de carbone* plutôt qu'au gaz carbonique que doivent être attribués les accidents occasionnés par la vapeur du charbon en combustion.

L'oxyde de carbone C^2O, où le carbone se trouve en proportion double de l'oxygène, est bien plus fort que l'acide carbonique $C\ O^2$, dans lequel l'oxygène entre pour une part égale, tempère et modère singulièrement l'action de la première substance.

Voici la différence en poids entre les deux gaz :

	Gaz acide carbonique.	Gaz oxyde de carbone.
Carbone...........	27,27	42,86
Oxygène...........	72,73	57,14
	100,00	100,00

(1) Plisson, *Essai sur les Asphyxies.*

L'oxyde de carbone est invisible, comme l'air, sans odeur ni saveur, et il n'altère aucunement les couleurs bleues végétales. Il est un peu plus léger que l'air atmosphérique, puisque sa densité n'est que de 0,96. Le décimètre cube de ce gaz pèse 1 gr. 25.

Il ne peut entretenir la combustion. Respiré en petite quantité, il produit des effets funestes sur l'économie animale, en agissant principalement sur le système nerveux. Il provoque la perte du sentiment, le vertige, une débilité extrême, des douleurs aiguës dans les différentes parties du corps, et détermine une asphyxie complète, suivie assez promptement de la mort. Son action délétère est beaucoup plus prononcée que celle de l'acide carbonique; aussi, dans les cas d'asphyxie par les vapeurs de la braise ou du charbon, est-ce principalement lui qui agit. En effet, l'acide carbonique ne rend l'air complétement irrespirable que lorsqu'il forme à peu près le tiers du mélange, tandis que l'air, qui devient mortel par les vapeurs de la braise, n'en renferme pas au delà de 4 à 5 p. 0/0.

Voici, par exemple, la composition de l'air d'une chambre où de la braise avait brûlé seulement pendant trente-cinq minutes; cet air asphyxiait les animaux. Nous avons placé en regard la composition d'un air rendu asphyxiant par l'introduction directe de l'acide carbonique :

	Air asphyxiant par les gaz du charbon.	Air asphyxiant par l'acide carbonique.
Oxygène	19,19	16,00
Azote	75,62	53,60
Acide carbonique	4,61	30,40
Oxyde de carbone	0,54	0,00
Hydrogène carboné	0,04	0,00
	100,00	100,00

On voit bien, par là, que, dans le premier cas, ce ne

sont pas les 4,61 d'acide carbonique qui rendaient l'air de la chambre irrespirable et toxique pour les animaux, mais bien l'oxyde de carbone qui s'y trouvait mêlé ; c'est M. Félix Leblanc qui a mis en évidence, par des expériences variées, la véritable cause de l'asphyxie par les vapeurs du charbon brûlant dans un appartement fermé.

Il convient donc d'aérer les cuisines, les endroits où l'on allume du charbon ou de la braise, afin de ne point être incommodé. On comprendra facilement, par tout ce qui précède, les dangers que courent tous ceux qui, dans l'intention de conserver une douce chaleur pendant la nuit dans leur chambre à coucher, ont l'imprudence de fermer le tuyau du poêle où le combustible n'est pas complétement consumé, ou qui font usage de ces mauvais calorifères dans lesquels il n'y a aucune issue pour porter au dehors les produits de la combustion. Les *braseros* des Espagnols et des Italiens ne sont pas moins dangereux. Il ne faut pas oublier que 1 kilog. de braise ou de charbon, en combustion libre, peut rendre asphyxiant l'air d'une pièce fermée de 25 mètres cubes, et que, d'ailleurs, la braise est le combustible qui, suivant Ebelmen, donne lieu au dégagement le plus abondant d'oxyde de carbone.

La braise de boulanger n'est qu'un charbon éteint et en partie consumé. On croit généralement que la braise enflammée n'offre pas le même danger d'asphyxie que le charbon ordinaire ; c'est une erreur qu'il importe d'autant plus de dissiper que, chaque année, elle coûte la vie à plusieurs personnes. C'est encore une erreur de croire qu'en plaçant un morceau de fer sur le brasier ou en le couvrant de cendres on empêche la braise de produire des vapeurs malfaisantes. Quelques personnes pensent que, pour éviter tout danger, il suffit de quitter la

chambre aussitôt que la braise est allumée, et de n'y rentrer qu'après que celle-ci est éteinte; c'est une erreur. (*M. Girardin.*)

Un kilogramme de braise, et à plus forte raison de charbon, peut rendre asphyxiant l'air d'une pièce fermée de 25 mètres cubes de capacité.

Cette énergie toxique doit être attribuée à la présence de l'oxyde de carbone; à la dose de 1 pour 100, il constitue une atmosphère presque immédiatement mortelle pour les animaux à sang chaud.

L'acide carbonique ne produit pas, à beaucoup près, des effets aussi violents. (*M. Leblanc.*)

D'après les observations et les expériences de M. Ozanam, l'oxyde de carbone est à la fois un violent excitant et un puissant anesthésique.

Respiré sous la forme d'inhalation, il donne lieu à divers phénomènes que l'on a distingués en quatre périodes :

A. Prodromes.

B. Excitation, marquée par des contractions et des convulsions.

C. Anesthésie, c'est-à-dire arrêt partiel ou général de la sensibilité.

D. Réveil ou mort.

Appliqué localement 1° sur la peau recouverte d'épiderme, ce gaz n'a qu'une action lente et générale ;

2° Sur la peau dénudée, il détermine une anesthésie plus ou moins complète.

L'oxygène et l'ammoniaque paraissent être les meilleurs antidotes du gaz oxyde de carbone. (*M. Ozanam.*)

DEUXIÈME PARTIE.

PHYSIOLOGIE.

LIVRE PREMIER.

DE LA PRODUCTION ET DE L'EXHALATION PHYSIOLOGIQUES DE L'ACIDE CARBONIQUE PAR LES ANIMAUX VIVANTS.

CHAPITRE PREMIER.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.

L'acide carbonique se forme dans l'économie animale vivante principalement pendant le jeu des organes, et par suite des réactions chimiques qui s'y produisent. Ce fait est démontré par la présence constante de l'acide carbonique dans le sang, dans les liquides extraits de tous les tissus, de tous les organes; il ressort aussi d'observations faites sur certains organes isolément, par exemple sur des muscles, dans lesquels se manifeste, au plus haut point, l'activité vitale. Il est parfaitement démontré que les muscles (de grenouille), bien préparés, absorbent de l'oxygène et dégagent de l'acide carbonique, lors même qu'on en aurait retiré tout le sang, aussi longtemps que leur irritabilité persiste et qu'on peut y faire naître des commotions; le dégagement cesse quand on place le

muscle dans un gaz irrespirable. C'est donc l'organe lui-même qui détermine l'échange gazeux et la production de l'acide carbonique; c'est de l'organe que cet acide est emporté par le sang, et qu'il arrive, après de longs détours, jusqu'au poumon, d'où il est enfin rejeté dans l'atmosphère. La physiologie comparée nous apprend, d'ailleurs aussi, que l'acide carbonique prend naissance dans le parenchyme des organes; on remarque, par exemple, que, chez les insectes, l'air atmosphérique est porté par les trachées jusque dans les parties les plus reculées des organes, et que c'est là que s'opère l'échange entre l'oxygène et l'acide carbonique. (*Lehmann.*)

« Il y a, disent MM. Robin et Verdeil, deux sources d'acide carbonique dans l'organisme, deux ordres de conditions pour la formation de ce principe. La première est la décomposition, dans le poumon, des carbonates et bicarbonates du sang par l'acide pneumique, la deuxième est le dégagement d'acide carbonique par la substance organisée. Il résulte des expériences de M. Cl. Bernard que le lieu de l'économie où se forme le plus d'acide carbonique est le poumon. Les conditions de formation de ce gaz ne sont pas celles de la combustion; c'est la présence des carbonates et bicarbonates dans le sang d'une part, et de l'autre celle de l'acide pneumique libre dans le tissu même, dans la substance du parenchyme pulmonaire. Cet acide se trouve là en petite quantité, mais il est par lui-même assez énergique; aussi le tissu du poumon est-il acide. Il résulte, en outre, d'expériences présentées par M. Verdeil à la Société de Biologie, que le tissu pulmonaire, au contact d'une dissolution de carbonate de soude, décompose ce sel avec dégagement d'acide carbonique. »

Ainsi nous pouvons dire aujourd'hui que la plus grande

partie d'acide carbonique, que nous rejetons chaque jour, vient des carbonates décomposés peu à peu dans les nombreux capillaires du poumon, et ne se forme pas par combustion. Le reste de l'acide carbonique est dégagé par le parenchyme pulmonaire, qui a la propriété de le dégager comme toute partie organisée morte ou vivante.

Suivant l'opinion de MM. Tiedmann, Gmelin et Mitscherlich, l'acide carbonique de l'expiration proviendrait en *partie* des carbonates alcalins du sérum. L'acide carbonique serait déplacé de ses combinaisons alcalines par des acides à affinité plus puissante, c'est-à-dire les acides lactique ou acétique, provenant soit directement des produits absorbés de la digestion des aliments féculents et sucrés, soit des métamorphoses que le sucre, absorbé en nature ou sécrété par la foie, subit par suite de son oxydation à l'aide de l'oxygène atmosphérique, soit encore de la transformation d'autres matières contenues dans le sang. Cette interprétation repose sur ce fait, que les carbonates alcalins seraient en plus forte proportion dans le sang veineux que dans le sang artériel, et sur cet autre fait encore, que les bicarbonates alcalins dissous laissent dégager de petites quantités d'acide carbonique, quand on fait passer des courants de gaz dans leurs dissolutions. Cette manière de voir, alors même qu'elle serait fondée, ne changerait absolument rien aux phénomènes de la respiration; elle est relative seulement à la nature des métamorphoses par lesquelles passent les substances contenues dans le sang, pour se résoudre en acide carbonique et en eau. Y a-t-il, comme intermédiaire de ces dédoublements, de l'acide lactique et de l'acide acétique produits? Et, d'un autre côté, quelle est la *source immédiate* de l'acide carbonique contenu dans le sang? Telle est, en effet, toute la

question; elle est encore aujourd'hui du domaine de la controverse, tandis que l'échange des gaz, qui constitue l'essence même de la respiration, est à l'état de fait démontré.

1° Exhalation du gaz carbonique par les poumons.

Ce sont principalement les organes de la respiration qui fournissent la plus grande quantité d'acide carbonique dans l'homme et les animaux à sang chaud. L'homme exhale par le poumon environ $18^{lit},5$ d'acide carbonique par heure.

Edwards (1) a démontré que, lorsqu'on place une grenouille ou un animal d'un ordre plus élevé, dans un milieu formé exclusivement de gaz hydrogène, et qu'on recueille les produits de l'expiration, ils renferment de l'acide carbonique dans les mêmes proportions que lorsque l'animal respire l'air atmosphérique.

Spallanzani (cité par Edwards, p. 447) a comparé également la production de l'acide carbonique par des limaçons, les uns placés dans l'hydrogène, les autres dans l'air atmosphérique, et il a obtenu ce résultat remarquable qu'ils produisaient autant d'acide carbonique dans l'hydrogène que dans l'air atmosphérique, mais non point davantage.

A chaque mouvement d'inspiration, une certaine quantité d'air atmosphérique pénètre dans les poumons; à chaque mouvement d'expiration, une certaine quantité d'air est expulsée au dehors; mais l'air qui sort n'est pas identique avec l'air qui entre.

(1) *Influence des agents physiques sur la vie*, p. 444, 447 et suivantes, Paris, 1826.

L'air que nous rejetons par l'expiration contient moins d'oxygène que l'air que nous avons inspiré; il a donc perdu de son oxygène dans son passage à travers les poumons. D'un autre côté, cet air contient une quantité considérable d'acide carbonique.

D'après Davy et Gay-Lussac, l'air inspiré contenant 21 parties d'oxygène n'en contiendrait plus que 19 ou 18 parties en sortant du poumon, ou, en d'autres termes, il y aurait un cinquième environ d'oxygène absorbé.

Il résulte, de 103 observations faites par MM. Brunner et Valentin, que la quantité d'acide carbonique contenue dans l'air expiré est de 4,267 (minimum 2,361 — maximum 5,495) pour 100 en volume (l'air inspiré n'en contient que 4 ou 6 dix-millièmes de son volume). M. Vierordt, qui a tenté à cet égard près de 600 expériences, est arrivé, à peu de chose près, aux mêmes résultats. L'air expiré contient, suivant lui, en moyenne 4,336 (minimum 3,358, maximum 6,220) pour 100 en volume d'acide carbonique.

Suivant Lehmann, l'air expiré par un homme en repos, dans l'état de santé, contient, en moyenne, 4,334 volumes d'*acide carbonique* pour 100. Un adulte vigoureux rend, dans les vingt-quatre heures, 867 grammes ou 443,409 centimètres cubes d'acide carbonique (réduits à la température de 0 et à la pression de 76 centimètres), 8 grammes d'azote et 325 grammes de vapeur d'eau ; il absorbe dans le même temps 746 grammes ou 520,601 centimètres cubes d'oxygène ; si l'on déduit le poids de l'oxygène contenu dans l'acide carbonique et la vapeur d'eau, on trouve que 116 grammes d'oxygène sont restés dans le sang.

En résumé, comme limites à assigner aux variations de quantité d'acide carbonique produit dans un temps dé-

terminé, il semble, dit M. Longet, qu'on peut s'arrêter aux évaluations suivantes : un *homme adulte* (1), vers l'âge de trente ans, à jeun et dans le repos, exhale par ses poumons, en une heure, *quinze à vingt litres d'acide carbonique*, qui correspondent à des poids de 29gr,670 à 39gr,560, et supposent une consommation de carbone de 8gr,090 à 10gr,789. Cette estimation de la production de l'acide carbonique, dans le travail ordinaire de l'appareil respiratoire de l'homme adulte, s'appuie sur des expériences faites soit par la méthode directe de Lavoisier, soit par la méthode indirecte de M. Boussingault (2), qui se contrôlent si utilement l'une l'autre.

Si l'on admet que l'air expiré contient, en moyenne, 4,87 d'oxygène en moins que l'air inspiré; que, d'une autre part, il contient, en moyenne, 4,26 en plus d'acide carbonique, ces deux quantités (4,87 et 4,26), quoiqu'à peu près égales, ne le sont cependant pas complétement. La quantité d'oxygène absorbée pendant la respiration l'emporte sur la quantité d'acide carbonique exhalée. Cette différence existe dans tous les cas.

Une partie de l'oxygène inspiré est utilisée à la combustion de l'hydrogène; dès lors le volume d'acide carbo-

(1) Un homme adulte, bien portant, fait, en moyenne, 18 respirations par minute, c'est-à-dire qu'il inspire une certaine quantité d'air 18 fois par minute et qu'il expire cet air le même nombre de fois pendant le même temps. La durée moyenne d'un mouvement respiratoire complet, chez l'homme adulte, est donc d'un peu plus de 3 secondes. La quantité d'air qui entre dans les poumons et qui en sort à chaque mouvement respiratoire est, en moyenne, de 500 centimètres cubiques ou un demi-litre. (*M. Béclard.*)

(2) M. Gavarret, *De la chaleur produite par les êtres vivants*, p. 345.

nique exhalé en un temps donné ne représente jamais exactement le volume entier de l'oxygène absorbé.

Par l'acte de la respiration, une partie de l'air qui entre dans les poumons est transformée en acide carbonique aux dépens d'une partie du carbone du sang, et l'air expiré est impropre à une nouvelle respiration.

D'après le docteur Mauzias, dans une heure, un homme, par sa respiration, transformerait en acide carbonique tout l'oxygène contenu dans 177 litres d'air. Mais, d'après les expériences plus récentes de M. Dumas, ce volume serait seulement de 90 litres, et le volume d'air expiré de 333 litres, qui renfermeraient à peu près 0,04 d'acide carbonique. D'après ce dernier nombre, il faudrait à peu près un tiers de mètre cube d'air par individu et par heure, pour que le même air ne passât qu'une seule fois par les poumons.

Mais, comme l'air est vicié tout à la fois par la transpiration pulmonaire et par la transpiration cutanée, on estime que le volume d'air à fournir par individu et par heure doit être à peu près de 6 mètres cubes pour que les conditions de salubrité soient convenablement remplies.

Lavoisier avait annoncé que l'air des salles d'hôpitaux et des théâtres renferme de 1 1/2 à 3 pour 100 d'acide carbonique : des analyses plus récentes ont fait découvrir, à la Pitié, 3 millièmes d'acide carbonique; à la Salpêtrière, 6 à 8 millièmes; dans une salle d'asile, 3 millièmes; dans une salle de spectacle, 4 millièmes (*M. Leblanc*); dans la chambre des députés, après deux heures et demie de séance, 5 millièmes. Neuf cents personnes ayant rempli, pendant une heure et demie, le grand amphithéâtre de

la Sorbonne, la proportion de l'oxygène diminua de 1 pour 100, malgré l'ouverture des *deux portes* (1).

Percy a rapporté, dans le journal de médecine de Leroux, t. XX, le fait relatif à 146 prisonniers de guerre anglais, enfermés dans une chambre de 20 pieds carrés, n'ayant que deux petites fenêtres donnant sur une galerie.

Incarcérés à 8 heures du soir, il n'y avait plus que 50 hommes vivants à deux heures du matin. Ceux qui n'avaient pas respiré aux fenêtres un air moins infect étaient tombés dans une stupidité léthargique ou dans un affreux délire. Le matin, lorsque l'on vint ouvrir la porte, des 146 personnes qui étaient entrées la veille, il n'y en avait plus que 23 vivantes, dans le plus déplorable état qu'on pût imaginer.

Après la bataille d'Austerlitz, sur 300 prisonniers que l'on avait enfermés dans une cave, deux cent soixante périrent en quelques heures (2).

On cite également les fameuses assises d'Oxford, où les juges et une partie nombreuse des assistants furent asphyxiés par le méphitisme de l'air confiné.

Il faut reconnaître, comme un fait d'expérience, que la proportion d'acide carbonique dans les lieux habités et fermés, presque toujours appréciable, croit avec le degré d'insalubrité et qu'elle en peut fournir, pour ainsi dire,

(1) M. Fleury, *Cours d'hygiène*, XIIe leçon, t. I, 191-193, Paris, 1852. — Péclet, *Traité de la chaleur considérée dans ses applications*, t. II, p. 274 et suiv., Paris, 1843. — F. Leblanc, *Rech. sur la composition de l'air confiné*. (*Comptes rendus de l'Acad. des sciences de Paris*, t. XIV, p. 862 ; et *Ann. de Chimie et de Phys.*, 3e série, t. V, p. 223.)

(2) Plisson, *Essai sur les asphyxies*, p. 69.

la mesure. Plus la dose d'acide carbonique s'élève, plus la nécessité du renouvellement de l'air doit être considérée comme prochaine.

La viciation de l'air des étables, des écuries, des bergeries est souvent portée très-loin; M. Niepce (1), dans ses recherches sur la composition de l'air que respirent dans les étables, en hiver, les populations des Alpes, assure que cet air, dont la température est ordinairement d'environ 30 degrés centigrades, ne contient guère que 18 pour 100 d'oxygène, avec plus de 2 pour 100 d'acide carbonique, et des proportions assez notables d'hydrogène sulfuré et d'ammoniaque.

M. J. Reiset, qui a fait des expériences fort exactes et très-intéressantes sur la respiration des animaux, a obtenu les résultats suivants sur des animaux de l'espèce ovine (2) :

	Brebis de 6 ans pesant 66 kilog.		Mouton de 4 ans pesant 65 kilog.	
Oxygène consommé pendant l'expérience......	460gr,065		339gr,259	
Acide carbonique produit.	628gr,900		452gr,555	
Azote exhalé............	3gr,200		2,323	
Hydrogène protocarboné exhalé................	18lit,789		13lit,487	
Carbone brûlé par heure.	12gr,080		9gr,546	
Rapport entre le poids de l'azote exhalé et celui de l'oxygène consommé...	0,0069		0,0068	
Oxygène disparu dans l'acide carbonique.......	99,40	100,00	97,03	100,00
Oxygène employé autrement................	0,60		2,97	
Durée de l'expérience....	14heures 12min		13heures 56min	

(1) *Gazette médicale de Lyon*, t. IV, p. 78, année 1852.
(2) *Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, t. 56, p. 742, 1863.

J'ai cherché à établir, dit M. Reiset (1), ce que deviendrait, au bout d'un certain nombre d'heures, l'air d'une bergerie qui contient 133,5 mètres cubiques d'air, composée de 50 moutons du poids moyen de 70 kilogr., en admettant qu'il n'y ait aucune ventilation. Chaque mouton a 2^{m},670 cubes d'air à sa disposition. Partant des données fournies par mes expériences, on trouve qu'en 1 heure 12 minutes l'air de cette bergerie contiendrait déjà un centième d'acide carbonique, soit 10 centièmes en 12 heures. En 25 heures, l'oxygène serait *tout entier* transformé en acide carbonique; l'air contiendrait 2 millièmes d'azote et 12 millièmes d'hydrogène protocarboné.

On voit par là combien il est nécessaire d'établir un système permanent de ventilation dans les bergeries, les étables et les écuries.

Pour la respiration d'un cheval d'après ces expériences, il faut porter à 18 ou 20 mètres cubes la ration d'air qu'il convient de fournir par heure à un cheval dans une écurie fermée.

M. *Allibert* a publié récemment (2) les résultats de ses recherches ayant pour but principal de déterminer, com-

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, tome 56, page 742, 1863.

Dans les expériences qui précèdent, la presque totalité de l'oxygène disparu se retrouve donc dans l'acide carbonique produit; l'exhalation d'azote est très-manifeste, mais on remarque, en outre, un dégagement plus considérable d'hydrogène protocarboné qui s'élève à 18^{lit},8 dans la première expérience, et à 13^{lit},4 dans la seconde.

(2) *Annales du Conservatoire des arts et métiers*, juillet 1863, p. 147.

parativement, les quantités de carbone exhalées par des animaux de tailles, espèces et âges différents.

En voici quelques-uns :

Espèces ou sujets.	Ages.	Poids.	Acide carbonique pour 24 heures.	Carbone exhalé en 24 heures.	Carbone par kilog. de poids vivant.
		kil.	kil. gr.	kil. gr.	gr.
Bœuf d'Hereford	7 ans	797	8,592	2,343	3,53
Vache schwitz..	3 ans 1/2	560	6,593	1,798	3,85
Taureau schwitz	2 ans	535	8,496	2,317	5,20
Génisse durham-normande....	17 mois	282	6,095	1,662	7,07
Bélier mérinos..	5 ans	87	1,010	0,275	3,53
— dishley...	2 ans	78	1,544	0,421	6,00
Agneau dishley mérinos......	10 mois	43	1,026	0,280	7,24
Agneau south-down mérinos.	4 jours	4,7	0,137	0,055	11,72
1 verrat hamp-shire.........	18 mois	124	1,968	0,537	3,73
Épagneul.......	5 ans	18	0,230,4	0,063	3,50
— jeune..	6 jours	0,670	0,22,5	0,006	9,27
Chat commun...	2 ans	2,54	»	0,017	6,11
Lapin commun.	6 mois	3,05	0,70,00	19	7,00
Dindon.........	3 ans	9	0,157,5	43	4,80
2 dindonneaux..	1 mois	0,530	0,41,66	11,31	21,34
Poulette commune........	6 mois	1	0,62,86	17,14	17,14
4 poussins.....	8 jours	0,489	0,101,08	27,47	56,00
Moineau commun........	12 jours	0,024	5gr,16	1,41	59,00
Homme........	19 ans	80	954,24		

La quantité d'acide carbonique contenue dans l'air expiré dépend beaucoup de la *fréquence* des mouvements respiratoires.

Quand les expirations sont ralenties, le volume d'air expiré renferme une plus forte proportion d'acide carbonique.

Lorsque ces mouvements deviennent deux fois plus fréquents, sans devenir moins profonds que dans la respiration normale, la proportion de l'acide carbonique expiré diminue d'environ 0,907 pour 100 de ce qu'elle était pendant la respiration normale et tranquille.

Lorsque les mouvements respiratoires deviennent trois, quatre, huit fois plus fréquents, la proportion de l'acide carbonique diminue respectivement de **1,125 — 1,292 — 1,600** pour **100**.

Mais *en somme*, dans un temps donné, la *quantité absolue* de ce gaz exhalé par l'appareil respiratoire est plus forte dans le cas où les expirations sont fréquentes. (*M. Longet.*)

Le tableau suivant montre que l'exhalation de l'acide carbonique se règle, en quelque sorte, sur la mesure du mouvement respiratoire :

Nombre des expirations dans une minute.	Acide carbonique contenu dans 100 centim. cub. d'air expiré.	Volume en centim. cub. de l'air expiré dans une minute.	Volume en centim. cub. de l'acide carbonique expiré en une minute.	Acide carbonique exhalé pendant une expiration.
6	5,7	3,000	171	28,5
12	4,1	6,000	216	20,5
24	3,3	12,000	396	16,5
48	2,9	24,000	696	14,5
96	2,7	48,000	1,296	13,5

(*Lehmann.*)

L'amplitude et *la profondeur* des inspirations influent aussi d'une manière notable sur l'exhalation de l'acide carbonique; on le verra par les nombres suivants. L'air

provenant d'une respiration normale contient 4,60 pour 100 d'acide carbonique, il contiendra :

Les inspirations étant	2 fois plus profondes,	4,00 °/₀	d'acid. carb.
—	3	3,70	—
—	4	3,38	—
—	8	2,78	—
Les inspirat. étant	moitié moins profondes,	5,38	—

(*Lehmann.*)

L'air contenu dans les parties les plus reculées des bronches renferme plus d'acide carbonique que celui qui se trouve à une moindre profondeur; c'est dans l'air des cellules pulmonaires mêmes que l'acide carbonique est le plus abondant.

La seconde moitié de l'air exhalé dans une expiration est plus riche en acide carbonique que la première moitié (celle-ci contenant, par exemple, 3,72 pour 100 d'acide carbonique, la seconde en contient 5,44). D'autre part, l'air provenant d'une expiration très-profonde est plus riche en acide carbonique que l'air d'une expiration normale (dans le premier cas, il renferme, par exemple, 5,18 pour 100; dans le second, environ 4,63 pour 100). D'où il résulte que l'air des cellules pulmonaires renferme 5,83 pour 100 d'acide carbonique, c'est-à-dire 1,2 pour 100 de plus que l'air d'une expiration normale.

L'exhalation de l'acide carbonique chez l'homme et les animaux à sang chaud varie suivant le degré de la *température* atmosphérique, par conséquent suivant les saisons et les climats.

Des expériences nombreuses et variées ont mis hors de doute que l'exhalation de l'acide carbonique diminue quand la *température* s'élève et qu'elle augmente quand la température décroît (pourvu, cependant, qu'il n'en

résulte pas un état de souffrance pour l'individu). Les variations, dans la quantité d'acide carbonique exhalée, sont sensiblement en rapport inverse avec les variations de la température. Cela tient à ce que la fréquence et la profondeur des inspirations diminuent un peu par l'élévation de la température. Il est remarquable que l'exhalation de la vapeur aqueuse diminue aussi quand la température extérieure est élevée.

La seule exception à la règle précédente est offerte par les animaux qui s'engourdissent par le froid, tels que les grenouilles. Ces animaux, durant l'engourdissement, exhalent bien moins d'acide carbonique qu'à des températures plus élevées, alors qu'ils sont éveillés. (*Lehmann.*)

M. Letellier (*Ann. de chim. et de phys.*, 1843) a observé qu'un cochon d'Inde qui, à la température de 0° centigr., exhale par heure 3gr,006 d'acide carbonique, en exhale 2gr,080 à la température de 15 à 20 degrés centigrades, et enfin qu'il n'en exhale plus qu'un gramme 453 milligr. à la température de 30 à 40 degrés.

La quantité d'acide carbonique exhalée en hiver par l'homme surpasse, en moyenne, d'un cinquième la quantité rejetée pendant l'été.

M. Barral (*Ann. de chim. et de phys.*, 1849, t. XXV) a constaté sur lui-même qu'en hiver sa respiration plus active consommait par heure 13 grammes de carbone et 10 grammes seulement en été.

Alp. John, Goathupe et Prout ont constaté une variation dans l'excrétion du gaz carbonique suivant *les heures du jour*. D'après ces physiologistes, l'exhalation atteint son maximum entre onze heures et midi.

Horn (*Gaz. méd.*, 1850, p. 902) a étudié ces variations avec beaucoup de soin. Les minima, au nombre de quatre,

sont : de six heures et demie du matin à huit heures, de midi et demi à une heure, de six heures du soir à huit heures et de minuit à deux heures du matin. C'est de neuf heures du soir jusqu'après minuit que l'économie perd le moins d'acide carbonique.

On a observé également que l'exhalation de l'acide carbonique augmente lorsque le baromètre baisse. (*Muller.*)

Lorsqu'on retient la respiration pendant quelque temps, la quantité absolue d'acide carbonique diminue dans l'air expiré ; mais sa proportion relative augmente notablement. (*Lehmann.*)

L'homme exhale plus d'acide carbonique que la femme. Chez les animaux, la différence du *sexe* produit un résultat analogue.

L'âge exerce également une influence sur les fonctions respiratoires. L'expérience nous apprend que l'exhalation de l'acide carbonique augmente jusqu'à quarante ou quarante-six ans ; elle augmente principalement pendant la période du développement du système musculaire. Mais, si l'on calcule les rapports entre la quantité d'acide carbonique exhalée et le poids du corps, on trouve, pour les enfants, des nombres presque doubles de ceux qu'on obtient pour les adultes. (*Lehmann.*)

MM. Andral et Gavarret ont trouvé que la fonction pulmonaire atteint son maximum d'activité vers trente ans, et que cette activité diminue ensuite graduellement jusqu'à la mort ; d'après ces observations, entre seize et trente ans, la consommation *moyenne* de carbone, par heure, est, chez l'homme, de **11**^{gr}**,2**, ce qui représente **41** gr. ou **20** litres environ d'acide carbonique exhalé.

Chez les jeunes *garçons*, l'époque de la puberté est

aussi celle d'un accroissement considérable dans l'exhalation de l'acide carbonique; mais, chez les *jeunes filles* cette exhalation cesse d'accroître dès le moment où s'établit le flux menstruel, et elle demeure invariablement stationnaire jusqu'à ce que, à l'âge de retour, cet écoulement se supprime. Alors la fonction pulmonaire prend plus d'activité et la quantité d'acide carbonique exhalée augmente, comme pour reprendre le niveau au-dessous duquel le flux menstruel l'avait maintenue; puis, après que ce surcroît d'activité respiratoire a été produit vers l'époque critique, l'exhalation de l'acide carbonique diminue, chez la femme, à mesure qu'elle avance en âge, absolument comme chez l'homme.

La *grossesse*, en supprimant temporairement l'écoulement périodique, devait, d'après ce qui précède, augmenter l'exhalation de l'acide carbonique. C'est, en effet, ce qu'a démontré l'étude des produits de la respiration; MM. Andral et Gavarret ont observé quatre femmes grosses dont la consommation moyenne de carbone, *par heure*, était non plus 6gr,4, comme pour la femme réglée, mais bien 8 grammes, qui représentent la quantité produite vers l'époque du retour.

Vers la période extrême de la vie, la *vieillesse*, l'absorption de l'oxygène et la production d'acide carbonique, et par conséquent celle de la chaleur vitale, sont beaucoup moindres que dans l'âge adulte.

La chaleur propre subit alors une diminution proportionnelle; mais de plus, par suite de l'inertie musculaire, qui caractérise les dernières années de l'existence, le vieillard oppose une moindre résistance aux causes extérieures de refroidissement; il éprouve le plus

impérieux besoin d'en être préservé par tous les moyens que l'hygiène met à notre disposition.

L'ingestion des *aliments* augmente à la fois l'absorption de l'oxygène et le dégagement de l'acide carbonique; par conséquent, la chaleur animale doit s'accroître par suite de cette ingestion.

L'usage des aliments non azotés a pour effet d'augmenter les proportions de l'acide carbonique de l'air expiré, et les expériences viennent confirmer pleinement la justesse des vues théoriques qui avaient conduit M. Liebig à nommer aliments respiratoires les substances telles que le sucre, la gomme et l'amidon.

La nourriture *féculente*, par exemple, augmente la proportion d'acide carbonique produite. Des chiens nourris avec du pain donnent, en un temps donné, une proportion d'acide carbonique plus considérable que lorsqu'on les nourrit avec de la viande. (*MM. Regnault* et *Reiset.*)

Par opposition, l'usage des aliments azotés produit moins d'acide carbonique. La concentration vers l'estomac des forces organiques, pendant l'acte de la digestion, explique pourquoi la combustion pulmonaire est moins active pendant la durée de ce travail. (*MM. Hervier* et *Saint-Lager.*)

Le vin, l'alcool et les liqueurs spiritueuses exercent une influence remarquable sur l'excrétion de l'acide carbonique. MM. Prout et Vierordt ont observé qu'après l'ingestion de vin ou d'alcool la quantité de l'acide carbonique exhalé diminue presque à l'instant. Cette diminution dure pendant quelques heures, et les proportions normales de l'acide carbonique reparaissent ensuite. M. Duchek a ait, à cet égard, de curieuses expériences. Il a constaté que la diminution de l'acide carbonique dans les produits de l'expiration coïncide avec le temps que l'alcool met à

disparaître du sang. L'alcool, aussitôt après son introduction dans le sang, se métamorphose en aldéhyde, facile à reconnaître à son odeur spéciale.

Or l'aldéhyde est un corps très-combustible, qui a plus de tendance à brûler que tous les autres principes du sang; il s'empare, dès lors, avec énergie, de l'oxygène absorbé par la respiration et circulant avec le sang.

Le même phénomène a été observé après l'ingestion de la théine, d'huiles essentielles, etc. (*Lehmann.*)

L'*inanition*, en supprimant le renouvellement des matériaux de la combustion, diminue de la même manière la proportion d'acide carbonique exhalée par le poumon. L'alimentation insuffisante agit dans le même sens.

L'*exercice* corporel augmente l'absorption de l'oxygène et l'exhalation de l'acide carbonique d'une manière absolue aussi bien que relative.

Pendant les mouvements modérés du corps, l'expiration de l'acide carbonique est au moins d'un tiers plus grande que dans l'état de repos.

Prout (1) a observé ces influences sur lui-même. Un exercice modéré augmentait l'exhalation d'acide carbonique; ainsi, après une promenade, la quantité de ce produit s'était accrue dans la proportion de 3,45 à 3,60. Mais, conformément à la restriction si justement posée par Lavoisier, il ne faut pas que le travail physique devienne une fatigue, car il en résulte alors un état de malaise qui, au contraire, ralentit le travail chimique de la respiration; ainsi Prout, après une autre promenade qui l'avait beaucoup fatigué, vit l'exhalation de l'acide carbonique

(1) Observ. in the Quant. of Carbonic acid gaz emitt, from the Lungs, etc., *Ann. of Philos.*, 1813, vol. II, p. 335, 338.

diminuer dans la proportion de 4,10 à 3,20; Valentin (1), Vierordt (2), Horn (3) ont fait des observations analogues à celles de Prout. Lassaigne (4) a constaté, chez les chevaux, que l'exhalation d'acide carbonique augmente aussi notablement après la course.

On peut donc énoncer, comme une loi physiologique que, *à poids égal et pendant des temps égaux, les diverses espèces animales consomment par la respiration d'autant plus d'oxygène et produisent d'autant plus d'acide carbonique que leur locomotion exige une plus grande somme d'efforts*. C'est la loi de Lavoisier transportée des individus aux espèces; et l'on peut ajouter que la *combustion respiratoire* effectuée par un poids donné de matière animale vivante *croît proportionnellement à l'activité musculaire*. (*M. Longet.*)

Le *sommeil* représente l'état le plus complet de repos dans l'organisme animal. Comparé à l'état de veille, le sommeil amène une diminution sensible dans l'intensité des phénomènes chimiques de la respiration.

Aussi le sommeil détermine-t-il une diminution très-considérable dans l'exhalation de l'acide carbonique. La quantité de l'acide carbonique exhalé diminue, chez le même sujet, sous l'influence des passions déprimantes, des mouvements violents, des boissons spiritueuses, du thé, de la nourriture animale et de l'usage prolongé du

(1) *Lehrbuch der Physiol.*, 2e édit., 1847, t. II, p. 563 et suiv.

(2) *Physiol. des Athmens*, p. 98 et suiv.

(3) *Neue medicisch-chirurgische Zeitung*. Extrait de la *Gaz. médic. de Paris*, 21 déc. 1850, p. 902.

(4) *Journal de Chimie médic.*, 1849, t. V, p. 13. *Comptes rendus de l'Acad. des sc. de Paris*, 1849, t. XXVIII, p. 260.

mercure ; elle augmente, au contraire, quand le baromètre baisse. (*Muller.*)

Indiquée d'abord par Allen et Pepys (1), l'influence du *sommeil* fut ensuite étudiée par Prout (2). Dans ces dernières années, M. Scharling (3) surtout est arrivé à des résultats dignes d'intérêt ; en observant six personnes d'âge et de sexe différents, il a vu que constamment la production d'acide carbonique, pendant le jour, était d'un quart plus considérable que durant la nuit chez les mêmes individus plongés dans le sommeil. Il suffisait, dit cet observateur, que, pendant l'expérience, le sujet s'endormît, pour qu'aussitôt on vît diminuer le volume de gaz acide carbonique exhalé.

On a trouvé, dans une expérience faite sur un homme, que les quantités d'acide carbonique exhalées dans des temps égaux, pendant l'état de veille et pendant le sommeil, étaient dans le rapport des nombres 40,74 et 31,39.

Ce rapport est curieux à étudier, surtout chez les *animaux hibernants ;* on l'a examiné avec beaucoup de soin chez les marmottes. Dans l'état de veille, ces animaux, pour chaque kilogramme du poids de leurs corps, absorbent 1gr,2 d'oxygène, et les 73 centièmes de cet oxygène se retrouvent dans l'acide carbonique exhalé ; pendant le sommeil, la quantité d'oxygène absorbée n'est que de 0gr,045 par kilogramme, et l'on n'en retrouve que 56,7 pour 100 dans l'acide carbonique expiré. (*Lehmann.*)

En résumant l'étude des causes qui font varier la quantité de carbone brûlée, MM. Andral et Gavarret ont été amenés

(1) *Philosoph. Trans.*, 1809, p. 426.
(2) *Loc. cit.*
(3) *Loc. cit.*

à conclure que cette quantité ne varie pas seulement avec l'âge, mais que, dans les deux sexes, elle est d'autant plus considérable que le système musculaire est plus développé; que la femme, avant la puberté, brûle moins de carbone que le jeune garçon; qu'après l'âge critique la quantité de carbone brûlée augmente pendant quelques années pour diminuer ensuite, comme chez l'homme, sous l'influence de la vieillesse; que cette quantité reste stationnaire pendant toute l'époque de la vie qui correspond à la menstruation, tandis qu'elle augmente pendant toute la durée de la grossesse.

Ces conditions, en apparence si diverses, dit M. Béclard, tiennent toutes à une cause générale qui est la même, c'est-à-dire à la quantité variable d'acide carbonique produit dans le sang en un temps donné, ou, autrement dit, aux combustions des éléments combustibles du sang.

2° Exhalation de l'acide carbonique par la peau et les autres parties du corps.

La *peau* de l'homme et celle des animaux qui ont, comme lui, la peau nue offrent certaines analogies avec le poumon. Comme dans le poumon, en effet, le sang circule dans un réseau vasculaire très-riche, et ce sang, qui contient des gaz, se trouve en contact médiat avec l'atmosphère, au travers de la peau. La sortie de l'acide carbonique et celle de la vapeur d'eau, et d'autre part, l'entrée de l'oxygène, doivent se produire et se produisent, en effet, sur toutes les surfaces en contact avec l'atmosphère. Aussi y a-t-il, chez l'homme comme chez beaucoup d'animaux, une sorte de respiration supplémentaire par la peau, et il sort, par là, de l'acide carbo-

nique libre. Mais la peau de l'homme a une épaisseur et une densité assez prononcées, qui limitent beaucoup les phénomènes d'échanges. De plus, tout le sang passe par les poumons, tandis qu'une partie seulement du sang passe dans le système capillaire sous-cutané. Il résulte de là que la quantité d'acide carbonique qui sort par la peau est assez petite.

L'exhalation de l'acide carbonique par la peau a été établie expérimentalement, depuis longtemps, sur les animaux inférieurs, par Spallanzani. Des grenouilles auxquelles il avait enlevé les poumons n'en ont pas moins continué à exhaler de l'acide carbonique pendant le temps qu'elles ont survécu. L'exhalation de l'acide carbonique par la peau, chez l'homme, peut être mise hors de doute par l'expérience suivante : si l'on introduit et si on laisse la main et la partie *voisine* de l'avant-bras dans une cloche remplie d'air atmosphérique, et renversée sur une cuve contenant de l'eau distillée, pendant une demi-heure ou une heure, en versant dans cette atmosphère un peu d'eau de chaux, on y déterminera un précipité de carbonate de chaux caractéristique.

Cruickshanks reconnut que l'air d'un vase dans lequel il avait tenu sa main ou son pied enfermé pendant une heure contenait du gaz acide carbonique, car la bougie y brûlait difficilement, et il troublait l'eau de chaux (1).

Il est évident que le gaz carbonique n'existait pas préalablement dans le vase de verre; ce gaz avait dû, par conséquent, ou avoir été transmis tout formé à travers la peau, ou s'être produit pendant l'expérience, par l'absorption du gaz oxygène et l'émission subséquente du gaz

(1) Ou insensible perspiration, p. 70.

carbonique, de la même manière et pour la même raison que ces substances sont dégagées par les poumons.

Jurine a trouvé aussi que l'air qui restait pendant quelque temps en contact avec la peau était presque entièrement composé de gaz acide carbonique (1).

On trouve aussi de l'acide carbonique dissous dans la matière de la perspiration cutanée insensible.

Dans l'emphysème, chez l'homme, il y a, d'après MM. Demarquay et Leconte (2), absorption d'oxygène et exhalation d'acide carbonique. L'oxygène et l'acide carbonique du gaz de l'emphysème se rapprochent beaucoup des rapports de ces gaz extraits du sang, à l'aide des procédés de M. Cl. Bernard.

D'après les recherches de *Scharling* (3) et de *Hannover*, l'exhalation d'acide carbonique par la peau serait environ trente-huit fois moindre que l'exhalation par le poumon.

En supprimant, à l'aide d'enduits imperméables (goudron, vernis, colle forte (4), etc.), l'évaporation cutanée, la mort survient plus ou moins rapidement par une sorte d'asphixie lente.

On cite, à ce sujet, l'exemple d'un petit enfant que l'on avait entièrement recouvert de feuilles d'or battu pour en faire un *Amour* ou un *saint Jean*, et qui mourut pendant

(1) *Encyclop. médic.*, I, p. 515.

(2) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, tome 54, page 180.

(3) *Annales de chimie et de physique*, 3e série, tome VIII.

(4) *Fourcault*, Expériences démontrant l'influence de la suppression mécanique de la transpiration cutanée sur l'altération du sang, *Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, t. VI, p. 369; t. XII, p. 185; t. XVI, p. 159-338. — M. *H. Bouley*, Recueil de médecine vétérinaire, 1850, p. 5, 805.

la cérémonie dont il était l'un des principaux personnages.

Il est présumable que l'acide carbonique non expulsé, s'accumulant dans le sang, a fini par déterminer une asphyxie lente qu'on ne saurait guère rapporter à la rétention de l'eau, puisque l'on voit sans cesse la sécrétion urinaire et la perspiration pulmonaire pouvoir, sous ce rapport, suppléer à l'évaporation cutanée.

Après la mort des animaux, on trouve les tissus et les organes, principalement les poumons, le foie et les muqueuses, gorgés d'un sang noir, comme dans l'asphyxie.

Les glandes sudorifères, outre des produits liquides, sécrètent de l'*acide carbonique* et de l'*azote*. Les proportions relatives de ces deux gaz sont variables; il paraît cependant que, d'ordinaire, il y a un volume d'azote pour deux volumes d'acide carbonique sécrété. (*Lehmann.*)

Le mélange gazeux de l'*estomac* et des intestins contient des proportions notables d'acide carbonique. Ces gaz sont évidemment des produits de décomposition; mais il serait possible aussi qu'une partie de l'acide carbonique provînt du sang.

Enfin, comme le carbone est un des principes constituants essentiels de toutes les matières organiques, celles-ci, lors de leur décomposition, dégagent de l'acide carbonique. C'est aussi sous cette forme que sont éliminés de l'économie les éléments usés et inutiles qui ont servi à l'entretien de la vie et qui ont rempli leur rôle.

Par l'action de l'oxygène sur l'économie, les matières animales se transforment peu à peu en acide carbonique et en urée, ou en acide urique. Cette métamorphose n'a lieu que dans le corps vivant, et on ne peut l'ob-

tenir en opérant sur du sang tiré des vaisseaux. (*Muller.*)

L'acide carbonique est donc, en définitive, la transformation dernière et le mode de réduction par lequel l'acte respiratoire et l'hématose éliminent tous les corps carbonés. (*M. Ozanam.*)

« Circulant avec le sang, qui est le milieu de tous les phénomènes de nutrition, l'oxygène emprunté à l'air représente l'agent indispensable de la plupart des transformations qui s'accomplissent au sein de l'organisme, tandis que le *gaz acide carbonique* doit être regardé, au contraire, comme un des produits ultimes des transmutations nutritives ; aussi est-il destiné à être éliminé, avec la vapeur d'eau, notamment par les voies respiratoires. Quand on considère la faible proportion de ce gaz dans l'air atmosphérique et sa proportion considérable dans l'air expiré, il est, en effet, facile de se convaincre que l'acide carbonique est bien un *produit de l'organisme*, que les animaux rejettent dans les milieux ambiants, mais qu'ils ne leur empruntent point ; qu'ainsi ce gaz provient des tissus et des humeurs même de l'animal et non du dehors.

« Tout en admettant qu'une proportion de l'acide carbonique exhalé par les surfaces respiratoires puisse s'y former au fur et à mesure de son exhalation (aux dépens de carbonates qui passeraient de l'état acide à l'état neutre ou se décomposeraient à l'aide de quelque acide de l'économie), on reconnaît assez généralement qu'une autre partie, sans doute la plus considérable, existe à l'état de liberté et de simple dissolution dans la masse même du sang : de là, la possibilité de cet *échange gazeux* entre l'organisme et l'atmosphère, qui constitue un des actes principaux de la respiration. » (*M. Longet.*)

3° Exhalation de l'acide carbonique dans l'état de maladie.

Voici les conclusions d'un travail fort intéressant de MM. Paul Hervier et Saint-Lager, ayant pour titre : *Recherches sur les quantités d'acide carbonique exhalées par le poumon à l'état de santé et de maladie* (1).

État de santé.

« 1° Il existe dans l'exhalation de l'acide carbonique des variations horaires coïncidant avec celles du baromètre, ayant, comme ces dernières, deux maximums, l'un vers neuf heures du matin, l'autre à onze heures du soir, et deux minimums, l'un vers trois heures du soir et l'autre à cinq heures du matin. Le maximum du matin est plus grand que celui du soir.

2° Les variations de température et de pression agissent en sens inverse l'une de l'autre, l'une pour diminuer, l'autre pour augmenter l'exhalation du gaz acide carbonique.

3° Pendant le travail de la digestion il y a moins de carbone brûlé.

4° La nourriture animale diminue la quantité d'acide carbonique ; l'usage exclusif des aliments féculents l'augmente.

5° Pendant une course rapide l'air expiré contient plus d'acide carbonique.

6° Il en est de même après les inspirations d'éther et de chloroforme.

7° L'usage des boissons alcooliques produit le même effet.

(1) Extrait de la *Gazette médicale de Lyon*, 1849.

8° Pendant le sommeil il se produit moins d'acide carbonique que pendant la veille.

9° La température de l'air expiré à l'état normal ne varie pas sensiblement.

10° L'air expiré par les enfants contient plus d'acide carbonique que celui des adultes. »

État pathologique.

« 1° Dans la méningite, la péritonite, la métro-ovarite, et, en général, dans toutes les phlegmasies bien caractérisées, il y a hypercrinie carbonique. (Augmentation.)

2° Font exception à cette règle la pneumonie, la pleurésie, la péricardite et toutes les phlegmasies qui peuvent avoir pour effet de gêner la respiration ou la circulation; dans ce cas, il y a hypocrinie carbonique. (Diminution.)

3° Les sujets atteints de rhumatisme articulaire aigu exhalent plus d'acide carbonique.

4° Il se brûle plus de carbone pendant les accès de la fièvre intermittente; l'augmentation est plus marquée dans le stade de chaleur que pendant le frisson. Vers la fin de la période de sueur, l'air diffère peu de ce qu'il est à l'état normal.

5° Dans toutes les maladies qui ne sont pas accompagnées de fièvre ou de marasme, telles que la chlorose, le diabète, le cancer au début, les affections nerveuses, les inflammations chroniques, etc., on n'observe pas, en général, de variations dans les proportions d'acide carbonique expirées.

6° Dans la variole, la rougeole, la roséole, la scarlatine, l'érysipèle, l'érythème, il y a moins de carbone brûlé.

7° Pendant le travail de la suppuration, le poumon exhale moins d'acide carbonique.

8° Dans le scorbut, le purpura, l'anémie, l'anasarque, il y a hypocrinie carbonique.

9° Il en est de même dans les dernières périodes des cachexies cancéreuses, scrofuleuses et syphilitiques.

10° Les individus atteints de fièvre typhoïde, de dyssenterie ou de diarrhée chronique exhalent moins d'acide carbonique.

11° Il se brûle moins de carbone par la respiration dans la phthisie pulmonaire.

12° La température de l'air expiré à l'état pathologique est en raison directe du nombre des inspirations.

Dans les premiers temps de l'emploi de l'éther, MM. Wille et Blandin avaient trouvé qu'un des effets de ces inspirations était de produire une quantité considérable d'acide carbonique. Nous avons trouvé les mêmes résultats pendant les inhalations de chloroforme. L'usage des boissons alcooliques a la même influence sur la respiration, ainsi qu'on pouvait le penser, en considérant l'analogie de composition de l'alcool et des éthers. »

Les bains d'air comprimé ont pour effet d'augmenter l'exhalation de l'acide carbonique au dehors du bain ; cet effet, qui se prolonge plusieurs heures après leur administration, est plus sensible deux ou trois heures après qu'immédiatement après le bain.

Dans le bain d'air comprimé la quantité d'acide carbonique exhalée s'élève au-dessus des proportions de l'état normal jusqu'à la pression de 773 millimètres ; au-dessus de ce chiffre le poumon exhale moins d'acide carbonique qu'avant le bain (1). »

Dans toutes les maladies aiguës ou chroniques la quan-

(1) M. P. Hervier, *Gazette médicale de Lyon*, février 1849.

tité d'acide carbonique exhalée va en diminuant ; elle peut tout au plus approcher de l'exhalation normale, mais dans aucun cas elle ne la surpasse.

On n'a observé dans aucune maladie une oxydation excessive ou une exhalation d'acide carbonique surabondante. (*Lehmann.*)

Il a été constaté que l'acide carbonique exhalé du sang, au lieu de varier entre 3 et 5 pour 0/0 (limites physiologiques), pouvait osciller entre 1 et 8 pour 0/0 selon les états morbides.

Dans certaines affections graves, telles que le choléra, le typhus, la fièvre typhoïde, la pneumonie aiguë (*Gazette méd. de Paris,* année 1844, t. XII, p. 24), la proportion du gaz carbonique dans l'air expiré par les malades est notablement diminuée et réduite même à 1 pour 0/0 ; cette diminution est d'autant plus forte que la maladie est plus grave.

Dans le choléra, la proportion d'acide carbonique dans la période algide tombe de 10 à 20 pour 1,000 de gaz inspiré, et revient peu à peu à 20, 45 et même 30, dans la convalescence. (*Doyère.*)

Voici les conclusions du mémoire de Doyère (1) sur la *respiration dans le choléra :*

« L'asphyxie est le phénomène constant du choléra.

« Cette asphyxie est principalement caractérisée par la diminution des proportions de l'acide carbonique produit et de l'oxygène absorbé.

« L'acide carbonique produit et l'oxygène expiré sont les trois cinquièmes à peu près de ce qu'ils sont à l'état normal.

(1) *Doyère*, les Mondes, par M. *Moigno ;* 1864, p. 338.

« L'intensité de l'asphyxie a toujours été dans une relation étroite avec la gravité de la maladie.

« Chez les malades qui ont guéri promptement l'acide carbonique produit n'est pas touché au-dessous de 0,0250, ni l'oxygène consommé, plus bas que 0, 0303 ; ces chiffres sont au moins la moitié des chiffres normaux.

« L'asphyxie cholérique devrait être attribuée plutôt à l'altération du sang qu'à celle de l'organe respiratoire lui-même. »

D'après *Hannover*, les femmes cholériques expireraient plus d'acide carbonique qu'à l'état normal (1).

Selon Gregor (2), dans les fièvres éruptives, *variole, rougeole, scarlatine,* la proportion de gaz acide carbonique expirée va en augmentant dans la première période de la maladie, et elle revient progressivement à l'état normal à mesure que les accidents se dissipent et que la santé tend à se rétablir.

MM. Paul Hervier et Saint-Lager (3), ainsi que nous venons de le voir, professent une opinion diamétralement opposée ; d'après leurs recherches, il y

(1) Voyez *Andral* et *Gavarret.* Rech. sur la quantité d'acide carbonique exhalée par le poumon dans l'espèce humaine. Acad. des sciences, janvier 1843. — *Hannover*, De quantitate relativa et absoluta acide carbonici ab homine sano et ægroto exhalati. Copenhag., 1845. — *Rayer*, Examen comparatif de l'air expiré par des hommes sains et les cholériques, etc. (*Gaz. méd. de Paris*, 26 mai 1832, t. III, p. 275). — *Doyère*, Mém. sur la respiration et la chaleur humaines dans le choléra, *Moniteur des hôpitaux* 1854, t. II, p. 97.

(2) *Ann. de Chimie et de Physique*, 3e série, 1841, t. II, p. 528.

(3) *Journal de connaissances médicales*, 1848-49, t. XVI, p. 258.

aurait, dans ces maladies, une moindre proportion de carbone brûlé. La fièvre typhoïde, la dyssenterie, la phthisie pulmonaire, s'accompagneraient également d'une diminution dans la quantité d'acide carbonique exhalée.

CHAPITRE II.

SUR L'ACIDE CARBONIQUE CONTENU DANS LE SANG.

L'acide carbonique existe dans le *sang*, 1° à l'état libre; 2° combiné avec des bases et formant des bicarbonates de soude, de chaux, etc., en dissolution dans ce liquide.

Il se trouve également dans la bile, dans l'urine, et c'est au dégagement de gaz carbonique que doit être attribuée en partie l'écume ou la mousse qui a lieu au moment de l'émission (1).

Dans la composition du sang des différentes classes animales, on remarque des variations très-importantes sur deux principes : sur l'acide phosphorique et sur l'acide carbonique. Dans le sang des herbivores, l'alcali est en partie combiné avec l'acide carbonique; dans le sang des carnivores, cet acide est remplacé par l'acide phosphorique; mais ces différences sont sans influence sur les propriétés du sang, qui conserve toujours ses caractères alcalins. Il n'en résulte aucun changement dans les caractères ni dans les fonctions du sang. (*M. Liebig.*)

(1) *Annales de Chimie*, tome 27, page 93.

Vogel, Brande et Home ont été les premiers à démontrer la présence de l'acide carbonique dans le sang veineux à l'aide de la machine pneumatique. Hoffmann et Stevens obtinrent de l'acide carbonique du sang, en l'agitant avec un autre gaz, ou en le faisant traverser par un courant gazeux, d'hydrogène par exemple. La même chose a été observée par Enschut et Bischoff. Enschut trouva aussi que les deux sangs contiennent de l'acide carbonique, l'artériel toutefois moins que le veineux, et qu'il y a aussi de l'azote dans tous les deux. H. Davy parvint le premier à dégager de l'oxygène du sang artériel.

MM. Robin et Verdeil estiment que l'acide carboniqne dans le sang occuperait à l'état gazeux un espace variant du tiers au cinquième de celui occupé par ce liquide.

D'après M. Magnus, il y a plus d'acide carbonique dans le sang artériel que dans le sang veineux, dans la proportion de 6,49 centimètres cubiq. pour 100 dans le sang artériel, pour 5 centimètres cubiq. dans le sang veineux; c'est-à-dire dans la proportion de $0^{gr},99$, ou un cinquième en faveur du sang artériel; ce qui donne $0^{gr},123$ pour 100 dans le sang artériel, et $0^{gr},104$ pour 100 grammes dans le second.

En s'appuyant sur les résultats obtenus par Magnus et en admettant approximativement 5 litres de sang artériel et $7^{lit},50$ de sang veineux dans le corps humain, on trouve qu'il y a $6^{gr},15$ de gaz carbonique dans le sang artériel et $7^{gr},80$ dans le sang veineux; en tout $13^{gr},93$.

Dans le système veineux, la proportion d'acide carbonique, comparée à la proportion d'oxygène, est relativement plus considérable que dans le sang artériel. Ainsi, par exemple, dans les expériences de M. Magnus, le sang artériel contient environ 38 parties d'oxygène pour 100 d'acide carbonique, tandis que le sang veineux

ne contient que 22 parties d'oxygène pour 100 d'acide carnique (1).

D'après les expériences de Mitscherlich, Tiedmann et Gmelin, il y a aussi plus de sous-carbonate alcalin dans le sang veineux que dans le sang artériel. 10,000 parties de sang veineux contiennent, disent-ils, 12,3 d'acide carbonique combiné, tandis que 10,000 parties de sang artériel ne contiennent que 8,3 au plus de cet acide.

M. Magnus admet que l'acide carbonique contenu dans le sang doit être considéré comme s'y trouvant à l'état de liberté, c'est-à-dire de dissolution, ou comme ayant été absorbé, ainsi que les gaz le sont, par les liquides. Cette opinion repose principalement sur la présence, dans le sang, d'autres gaz que celui-là. Car autrement, dit-il, on pourrait toujours prétendre que l'acide carbonique obtenu soit au moyen de la machine pneumatique, soit de l'hydrogène ou de l'azote provient du bicarbonate sodique existant dans le sang, puisque ce sel perd une partie de son acide carbonique dans le vide, quand on fait traverser sa dissolution par un courant de gaz hydrogène. Cependant Magnus considère la quantité d'acide carbonique qu'on obtient du sang par le gaz hydrogène comme étant trop considérable pour qu'on puisse l'attribuer au sel sodique que ce sel contient. (*Muller*, p. 242.)

M. Liebig regarde, au contraire, comme douteux que le gaz qu'on obtient du sang s'y trouve à l'état de liberté. La présence du gaz oxygène dans ce liquide lui semble problématique, parce que, d'après les expériences de Scherer, la fibrine a la propriété de s'emparer de l'oxygène et de le convertir en acide carbonique, et que la matière colo-

(1) Poggendorf, *Annales de Physique et de Chimie*, 1837.

rante absorbe facilement aussi ce gaz. M. Liebig calcule, en outre, d'après la quantité du carbonate sodique contenu dans le sérum, que 1,000 volumes de sang contiennent 609 d'acide carbonique, sous la forme de bicarbonate sodique. En six heures, Magnus a obtenu de 1,000 centimètres cubes de sang 271 centimètres cubes d'acide carbonique. C'est un peu moins que le volume de cet acide qui, dans le sang, convertit le carbonate sodique en bicarbonate. Or le sang battu et le sérum lui-même ont la propriété d'absorber un volume, égal au leur, de gaz acide carbonique, ce qui ne pourrait avoir lieu s'ils étaient déjà en partie saturés de ce gaz. Quand on coagule le sang par le moyen de l'alcool, et qu'on fait passer un courant de gaz hydrogène à travers le liquide séparé du caillot par la filtration, on trouve que ce gaz contient de l'acide carbonique. Enfin on peut dépouiller complétement le sang de la propriété de fournir du gaz acide carbonique sous l'influence d'un courant de gaz hydrogène, en y ajoutant de l'acétate plombique neutre ou basique.

Les arguments de M. Liebig rendent vraisemblable que l'acide carbonique qu'on dégage du sang par l'action combinée de la machine pneumatique et du gaz hydrogène provient, au moins en partie, du bicarbonate sodique. (*Muller.*)

C'est au moyen *des organes respiratoires* que l'air riche en oxygène, et le sang veineux chargé d'acide carbonique libre, sont mis en présence, séparés seulement par une membrane humide d'une extrême ténuité. Or on connaît la tendance des divers gaz à se mélanger alors même que des membranes humides les séparent; et, en effet, on voit ici un continuel échange s'établir dans

des rapports déterminés ; tandis que le gaz acide carbonique, en excès dans le sang veineux, s'exhale au dehors, l'oxygène atmosphérique est à son tour absorbé et dissous par le fluide sanguin, qui alors devient artériel.

Envisagés dans leur caractère le plus essentiel, les phénomènes physico-chimiques de la respiration consistent donc en un simple échange de gaz. L'oxygène de l'air atmosphérique amené au contact de la membrane muqueuse du poumon, entre dans le sang, tandis que, d'un autre côté, l'acide carbonique en dissolution dans le sang sort de ce liquide au travers des membranes.

Outre l'échange qui s'opère dans les poumons, il y a chez les animaux supérieurs un autre échange qui s'effectue entre l'oxygène dissous dans le sang des capillaires et l'acide carbonique des sucs dont le parenchyme organique est imprégné.

Les globules du sang, les véritables véhicules de l'oxygène n'éprouvent des transformations appréciables que dans les capillaires de la grande circulation, de sorte qu'il faudrait placer dans ces capillaires le véritable siége de la production de l'acide carbonique, si les faits ne démontraient, d'une manière évidente, qu'une grande partie au moins de l'acide carbonique a son origine dans le jeu des organes et dans les réactions chimiques qui s'y accomplissent.

La différence entre la composition des gaz dissous dans le sang veineux et celle des gaz dissous dans le sang artériel démontre d'une manière incontestable que les capillaires abandonnent de l'oxygène, tandis qu'ils se chargent d'acide carbonique. Mais ces faits n'autorisent en aucune façon à conclure que tout l'acide carbonique prend naissance au contact du parenchyme et que tout

l'oxygène absorbé est amené à ce dernier à l'état de simple dissolution dans le sang.

Une certaine quantité d'acide carbonique assez petite, il est vrai, prend aussi naissance dans le sang artériel. Celui-ci, en effet, contient toujours une proportion si notable d'acide carbonique, qu'on ne saurait admettre que cet acide provienne du sang veineux, par suite d'un échange imparfait qui aurait eu lieu dans le poumon ; car la quantité absolue de l'acide carbonique extrait du sang artériel surpasse celle du sang veineux. (*Lehmann.*)

En résumé, les faits ont démontré, de la manière la plus manifeste, que la combustion des substances carbonées et hydrogénées de nos tissus et de nos humeurs a lieu dans toute l'étendue du cercle circulatoire.

Le rôle spécial du poumon se borne donc à représenter des surfaces d'absorption et d'exhalation où le sang vient *échanger*, contre l'oxygène atmosphérique, les gaz qu'il tient lui-même en dissolution (1).

Les recherches de M. Liebig permettent aujourd'hui de considérer sous un point de vue plus large les rapports de la respiration avec la nutrition, et, en général, avec tout l'ensemble de l'économie animale. L'homme exhale, par la respiration, tant de carbone, sous forme d'acide carbonique, que quatre à cinq heures de respiration ou de

(1) La combustion d'une partie du carbone du sang par l'air qui traverse les poumons dégage de la chaleur, et d'après les expériences faites par Dulong, et plus tard par M. Despretz, la quantité de chaleur produite est la même que celle qui résulterait d'un poids de carbone égal à celui qui est enlevé au sang. — D'après les expériences de M. Dumas, la quantité de carbone brûlée dans une heure par l'acte de la respiration serait de 10 grammes, et la quantité de chaleur émise dans le même temps serait de 73 unités de chaleur. (*Péclet.*)

vie suffiraient pour consommer tout le carbone existant dans les matières animales du sang, s'il n'était pas remplacé par les aliments. Ce sont donc les aliments qui fournissent à l'économie le carbone qui lui est nécessaire. La quantité du carbone éliminé est toujours proportionnelle à celle de l'oxygène expiré. Deux animaux qui absorbent des quantités inégales d'oxygène et expirent des quantités inégales d'acide carbonique prennent aussi, dans la même proportion, des quantités inégales de la même nourriture.

LIVRE II.

DES EFFETS PHYSIOLOGIQUES DU GAZ ACIDE CARBONIQUE.

CHAPITRE PREMIER.

DU RÔLE CHIMIQUE DE L'ACIDE CARBONIQUE DANS L'ÉCONOMIE ANIMALE.

L'acide carbonique remplit dans l'économie animale une fonction chimique des plus importantes ; c'est à l'aide de cet agent que le carbonate et même le phosphate de chaux qui constituent la base des os sont rendus solubles ; ces matériaux, tenus en dissolution dans le sang par l'acide carbonique, sont charriés et transportés par la circulation et déposés dans les divers organes où ils doivent être fixés pour constituer la charpente osseuse et solide du corps.

La présence du phosphate de chaux dans le sang est constante, et en proportion à peu près invariable. Insoluble dans l'eau, le phosphate de chaux est néanmoins tenu à l'état liquide dans le sang et dans beaucoup d'autres fluides organiques par l'action de l'acide carbonique du sang.

Les phosphates et les carbonates alcalins augmentent de moitié le pouvoir qu'a le sang d'absorber l'acide carbonique.

Un accroissement ou une diminution dans la quantité de l'un de ces sels détermine soit un accroissement.

soit une diminution dans le pouvoir absorbant total du sérum par l'acide carbonique. Ces phosphates et carbonates alcalins fixent, au moins d'une manière passagère, un certain volume de gaz carbonique, à l'état de combinaison, en proportions définies (1).

L'acide carbonique, dans certaines conditions, remplace l'acide phosphorique et remplit un but analogue dans l'économie. Ainsi que nous l'avons dit, dans le sang des herbivores l'alcali du sang est en partie combiné avec l'acide carbonique, au lieu de l'être avec l'acide phosphorique.

L'acide carbonique, quoique le plus faible, le plus volatil des acides, est donc appelé, dans certaines conditions, à remplir le même but physiologique que l'un des acides les plus puissants : l'acide phosphorique.

« S'il est vrai, dit M. Liebig, que les fonctions du sang soient basées sur les propriétés chimiques, notamment sur l'alcalinité de cette humeur, le remplacement du carbonate par le phosphate alcalin, et *vice versâ,* doit être sans aucune influence, parce que les variations de l'acide combiné avec l'alcali ne portent aucun préjudice aux propriétés chimiques du sang.

« L'acide phosphorique et l'acide carbonique pouvant réciproquement se substituer dans le sang sans en modifier les propriétés, on s'explique aussi pourquoi chez l'homme les alternatives de régime végétal et de régime animal n'altèrent pas sensiblement les fonctions normales de l'économie, bien qu'elles aient pour effet de changer la composition du sang, quant aux principes incombustibles. »

(1) M. Fernet, *Comptes rendus de l'Académie des sciences,* décembre 1855.

« La similitude (1) d'action des phosphates et des carbonates alcalins qui peuvent se remplacer dans le sang l'un par l'autre n'occasionne point de perturbations graves dans les fonctions physiologiques du fluide nourricier ; mais il doit y avoir toujours, entre les proportions de chacun d'eux, une sorte de compensation, de façon que l'accroissement des uns concorde, dans l'état normal, avec le décroissement des autres. C'est ce que montre la comparaison des analyses du sang des herbivores et des carnivores, ou du sang d'un même animal soumis à différents régimes.

« Le phosphate de soude, de son côté, tantôt fonctionne comme une base puissante, tantôt, avec le concours de l'acide carbonique, il joue lui-même le rôle d'un acide. Il faut réellement admirer combien est petite la force que dépense la nature pour faire servir des principes si peu nombreux aux fins si variés qu'elle veut atteindre.

« D'un autre côté, les proportions de ces deux genres de sels pris ensemble ont toujours été trouvées moindres dans les cas pathologiques où la combustion physiologique paraît entravée ; dans les phlegmasies, dans la fièvre typhoïde, dans la phthisie.

« Au contraire, une augmentation considérable dans la proportion des chlorures, comme celle qui se produit dans le choléra ou dans le scorbut, coïncide avec une diminution dans la quantité d'oxygène absorbée ; dans des cas très-graves, la quantité absorbée s'est abaissée au tiers de la proportion normale. »

M. Mialhe a publié, en 1856, sur le sujet dont il

(1) M. Fernet, *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1858, page 676.

s'agit, un mémoire très-remarquable dont voici quelques passages :

« L'acide carbonique qui existe dans l'économie animale, dit M. Mialhe, est le résultat de la combustion directe ou indirecte de l'oxygène avec tout ou une partie du carbone des matières alimentaires ; il est en grande partie immédiatement saturé par les bases alcalines contenues dans le sang avec lesquelles il forme des combinaisons. Or les expériences de Liebig, Marchand, Lehmann et les nôtres propres ont actuellement mis hors de doute que les aliments alcalins de l'économie sont à l'état de bicarbonates, et non d'alcalis libres ou simplement carbonates, comme on l'avait tour à tour admis.

Ces bicarbonates, dont la formation est en quelque sorte forcément déterminée par la production incessante et l'excès d'acide carbonique qui sursature les liquides alcalins, ne peuvent à la pression et à la température animale être réduits en carbonates neutres ou sesquicarbonates, de sorte que le sang qui les renferme constitue un liquide alcalin bicarbonaté offrant, abstraction faite des principes organiques, la plus grande analogie avec certaines eaux minérales, telles que celles de Vichy, de Vals, de Pouques, de Carlsbad.

Il en résulte que les composés salins à base de chaux et de magnésie qui arrivent dans le sang par voie d'absorption, se trouvant en présence de bicarbonates de soude et de potasse, doivent subir une double décomposition qui donne lieu à de nouveaux sels alcalins et à des bicarbonates de chaux et de magnésie, composés solubles susceptibles de parcourir tout le cercle circulatoire sans éprouver de décomposition et de précipitation.

S'il est facile de comprendre que les sulfates et carbonates calcaires puissent être décomposés par les bicar-

bonates de l'économie, on se rend plus difficilement compte de l'action de ces bicarbonates sur le phosphate calcaire basique qui existe dans les tissus des animaux, et l'on a peine à concevoir comment l'acide carbonique, acide faible et uni à des bases qui en paralysent encore l'action, peut attaquer et dissoudre la chaux combinée avec un acide aussi puissant que l'acide phosphorique.

Cependant le fait a lieu, et les déjections fournissent de nombreux exemples de ces transformations. Voici comment M. Mialhe croit pouvoir expliquer ces phénomènes, en restant dans les lois générales de la chimie.

L'oxygène introduit dans l'économie par les voies respiratoires se porte sur les éléments organiques et les brûle en donnant naissance à de l'eau et à de l'acide carbonique dont la majeure partie est immédiatement saturée par les bases alcalines contenues dans le sang (bases qui, elles-mêmes, pour la plupart, sont dues à la combustion des sels alcalins à acides organiques); mais, en même temps, il se porte également sur le soufre et le phosphore existant dans les matières albuminoïdes, et détermine la production d'une certaine quantité d'acides sulfurique et phosphorique, acides qui ont le pouvoir de transformer le phosphate de chaux basique insoluble en phosphate acide soluble, et partout susceptible d'être réactionné par les bicarbonates alcalins contenus dans le sang, et d'être transformé en bicarbonate de chaux, et en phosphates de soude et de potasse, tous composés solubles pouvant parcourir les voies circulatoires pour aller se perdre dans les urines.

A l'appui de cette explication, M. Mialhe cite des faits qui prouvent que ces mutations chimiques ne peuvent s'opérer que sous l'influence des bicarbonates alcalins, car les bicarbonates donnent lieu à des combinaisons

solubles, tandis que les carbonates donnent lieu à des combinaisons insolubles, incompatibles avec la santé et l'existence.

« Il résulte manifestement de ces faits et de ces expériences, reprend M. Mialhe, que la précipitation des sels de chaux et de magnésie a forcément lieu quand les liquides ne sont plus à l'état de bicarbonates.

De sorte que le sang qui contiendrait des alcalis libres ou simplement carbonatés, ne tarderait pas, par la précipitation continuelle des éléments calcaires, à engorger la cavité des vaisseaux sanguins, de même que les eaux riches en carbonates de chaux et de magnésie encroûtent rapidement leurs tuyaux conducteurs.

En rendant impossible dans l'économie animale l'existence des alcalis libres ou simplement carbonatés, la nature a résolu un double problème; elle a évité l'action trop caustique des liquides alcalins sur les tissus vivants, et elle a assuré la libre circulation de tous les composés à base de chaux et de magnésie introduits par les aliments et les boissons.

Mais le rôle de l'acide carbonique et des bicarbonates auxquels il donne naissance ne se borne pas à des phénomènes de dissolution, il est également indispensable à la combustion de certaines substances telles que les sucres, qui, ne pouvant s'unir directement à l'oxygène, échappent à l'oxydation intraviscérale dès que les alcalins font défaut. Ainsi la glycose ne peut se combiner à l'oxygène qu'autant qu'elle est décomposée et transformée, et que cette transformation ne peut avoir lieu que sous l'influence des alcalis libres ou carbonatés.

En résumé, dit M. Mialhe, l'acide carbonique, loin d'être

un produit excrémentiel n'ayant aucune utilité et devant être rejeté de l'économie animale, comme on le professait jusqu'à présent, est au contraire, en raison des bicarbonates auxquels il donne naissance, l'agent le plus indispensable des phénomènes de dissolution et de circulation des éléments calcaires et magnésiens et de combustion des matières sucrées. »

CHAPITRE II.

DES EFFETS PHYSIOLOGIQUES GÉNÉRAUX DU GAZ ACIDE CARBONIQUE SUR L'HOMME ET SUR LES ANIMAUX.

En contact avec nos organes, le gaz acide carbonique produit sur eux un effet *local direct*, et il produit, en outre, un effet *indirect* et *général* sur l'ensemble de l'économie.

Ces deux ordres d'effets varient suivant le mode d'application ou d'emploi du gaz, le temps ou la durée du contact, la nature et le degré de sensibilité des organes et des tissus, l'épaisseur de l'épiderme; si l'organe est recouvert par la peau, s'il est dénudé; si le gaz est pur ou s'il est mélangé avec de l'air atmosphérique ou d'autres gaz, s'il est sec ou dissous dans l'eau, combiné avec des vapeurs chaudes, etc., etc.

De ces diverses circonstances dépendent l'intensité des effets primitifs et des réactions secondaires plus ou moins vives que le gaz peut produire sur l'organisme en général, sur l'excitabilité du système nerveux, sur la circulation du sang, les sécrétions, et sur la composition des fluides de l'économie.

1° En application *locale* et d'une courte durée, le gaz acide carbonique produit des effets excitants, stimulants sur la peau, sur les membranes muqueuses, sur les muscles et sur les nerfs; il agit aussi comme antiseptique.

Si la durée de l'application locale est prolongée, l'action du gaz devient plus vive et irritante ; il est absorbé par la peau, surtout lorsqu'elle est dénudée ou privée de son épiderme ; il y a engourdissement, stupeur, perte de sentiment, anesthésie dans les parties en contact avec le gaz, et il se produit, en outre, sur l'ensemble de l'économie, par suite de l'absorption du gaz, des effets généraux très-prononcés.

2° Les réactions *générales* primitives ou secondaires produites par le gaz acide carbonique ont assez d'analogie avec l'action locale directe; la peau, les reins, l'utérus, les organes sexuels sont excités; les fonctions de la respiration, de la circulation sont d'abord activés; mais, lorsque l'action du gaz est trop prolongée ou trop énergique, alors il survient un trouble profond dans les fonctions des organes de la respiration, de la circulation et de l'innervation; le système nerveux sensitif est stupéfié ; la composition et les propriétés vitales du sang sont modifiées et altérées, il y a intoxication, anesthésie, asphyxie, mort apparente et même réelle.

La susceptibilité ou la faculté de recevoir l'impression particulière produite par le gaz carbonique varie suivant les sujets. Les uns entrent tout de suite en transpiration dans le bain de gaz, quelques minutes leur suffisent; pour d'autres, il faut une demi-heure et plus; d'autres enfin n'en éprouvent aucun effet. L'asphyxie a lieu presque instantanément chez certains hommes dans une atmo-

sphère méphitique, tandis que d'autres y résistent pendant assez longtemps.

Suivant M. Brown-Séquard, « l'acide carbonique est un agent excitateur de la moelle épinière, des nerfs et des muscles. Le sang noir ordinaire, c'est-à-dire le sang chargé d'acide carbonique, est aussi un excitant, et son pouvoir excitateur augmente avec la quantité d'acide carbonique qu'il contient.

« 1° L'acide carbonique est un excitant des nerfs et des muscles. L'action de l'acide carbonique sur les nerfs du goût est connue de tout le monde; la saveur aigrelette et piquante de l'acide carbonique est manifeste, particulièrement quand on prend de l'eau de Seltz excessivement chargée, ou du champagne très-mousseux. L'action de l'acide carbonique sur la muqueuse nasale, particulièrement dans les cas d'éructation après qu'on a pris du champagne ou de la bière, montre que cet acide agit comme un excitant très-vif des nerfs de sensibilité générale de cette muqueuse.

« Wharton Jones a constaté que, en faisant passer un courant de gaz acide carbonique sur les poumons d'une grenouille, les vaisseaux sanguins se contractent, les globules se collent les uns aux autres et adhèrent aux parois des vaisseaux, et que, si l'on cesse de faire arriver l'acide carbonique, la circulation redevient normale; or ce sont là précisément les phénomènes que l'on observe quand on applique le galvanisme aux vaisseaux sanguins, ainsi que l'ont montré les frères Weber. L'acide carbonique a donc une manière d'agir semblable à celle de l'agent excitateur galvanique. »

M. Brown-Séquard a fait l'expérience suivante : il adapte à la trachée d'un animal qui vient de mourir, et dont les

poumons sont revenus sur eux-mêmes après que le thorax a été ouvert, un robinet qui, par son autre extrémité, s'abouche au corps de pompe d'une seringue. En retirant le piston, on fait passer dans le corps de pompe l'air contenu dans les poumons; la quantité du gaz extrait étant connue, il injecte lentement par la trachée une quantité d'acide carbonique semblable à la quantité d'air extraite; si alors on approche la flamme d'une bougie de l'ouverture du robinet, on voit la flamme se dévier par ce jet de gaz sortant des poumons. Que se passe-t-il? Cette expulsion de gaz a lieu parce que les bronches se contractent par l'excitation que l'acide carbonique y produit; ce dont on s'assure en faisant une expérience semblable avec deux gaz, l'hydrogène ou l'azote, qui n'excitent pas les bronches à se contracter. En effet, avec ces derniers gaz, on ne voit pas de déviation de la flamme.

« Un cœur retiré de la poitrine d'une grenouille depuis déjà quelques minutes et battant dans l'air atmosphérique de vingt-cinq à trente fois par minute est mis dans une atmosphère d'acide carbonique. Là, le nombre de ses battements s'accroît presque aussitôt, et l'on peut compter 40, 50 et même 60 battements à la minute. De tous ces faits il résulte que l'acide carbonique est un excitant du système nerveux et du tissu musculaire. Pour les médecins qui savent que les excitants des nerfs de la sensibilité générale sont tous aussi des excitants du tissu musculaire, il n'y aura pas de doute, après ces faits, que l'acide carbonique soit à la fois un excitant du système nerveux et des muscles.

« 2° Dans tous les cas où nous voyons la quantité d'acide carbonique s'accroître dans le sang, nous voyons que le système nerveux et les muscles sont excités.

« *a*. Dans l'asphyxie, nous voyons des convulsions générales éclater, et il est évident alors qu'il y a coïncidence de l'augmentation de l'acide carbonique et de l'excitation du système nerveux et peut-être des muscles. »

On a attribué vaguement à un prétendu besoin de respirer l'agitation qui existe alors. Déjà, en **1848**, M. Brown-Séquard avait fait, devant la Société de biologie, l'expérience suivante, pour montrer qu'il y a alors une excitation directe de la moelle épinière; il coupe transversalement cet organe à la région lombaire et il asphyxie l'animal; on voit alors des convulsions éclater dans le train postérieur comme dans le train extérieur. Il y a donc une excitation de la moelle épinière, et nous la voyons coïncider avec l'accumulation d'acide carbonique dans le sang.

« *b*. M. Brown-Séquard a découvert que l'irritabilité augmente dans les muscles après la section de leurs nerfs et que cet état d'augmentation dure pendant quelques semaines. Si on asphyxie un mammifère sur lequel les nerfs sciatiques et cruraux ont été coupés sur l'un des membres depuis une dizaine de jours, on trouve qu'il y a des mouvements dans les muscles paralysés, quelque temps après que les convulsions générales ont cessé. »

Ce fait est important en ce qu'il montre que, dans une partie où l'irritabilité musculaire est augmentée, des mouvements se produisent, bien que la quantité de l'agent excitateur soit la même que dans les autres parties où l'irritabilité musculaire est normale et où il n'y a pas de mouvements.

« *c*. On coupe les nerfs diaphragmatiques, le diaphragme cesse de se contracter rhythmiquement; on asphyxie

l'animal, et on détruit toute la moelle dans les régions cervicale et dorsale. »

Les mouvements rhythmiques reparaissent dans le diaphragme et seulement sous l'influence de l'excitation directe de ce muscle par le sang chargé d'acide carbonique.

« *d.* On attribue les mouvements de l'intestin, quand on ouvre l'abdomen après la mort, à une prétendue action excitatrice de l'air froid. M. Brown-Séquard a fait voir que, quand les intestins se contractent alors, c'est sous l'influence de l'excitation d'un sang chargé d'acide carbonique. Si, sans ouvrir l'abdomen, on asphyxie un animal, des mouvements très-violents existent partout dans l'intestin; au contraire, si sur un animal non asphyxié on ouvre largement l'abdomen, les intestins ne se contractent pas tant qu'on laisse libre la respiration de l'animal; si on l'asphyxie, presque aussitôt des mouvements éclatent, et bientôt toute la masse intestinale s'agite.

« *e.* Des expériences analogues montrent qu'il en est de même pour la vessie.

« *f.* Si l'on asphyxie une femelle de cochon d'Inde prête à mettre bas, il arrive très-fréquemment que l'utérus, se contractant, expulse les fœtus qu'il contient.

« Si on ouvre l'abdomen d'une lapine pleine, de vingt-cinq à vingt-huit jours, on peut exposer à l'action de l'air l'utérus tout entier et s'assurer qu'il n'y a pas de contraction dans l'organe. Si alors on asphyxie l'animal, on ne tarde pas à voir paraître des contractions dans cet organe; si on laisse de nouveau respirer l'animal, on voit ordinairement les contractions utérines diminuer, ou même s'arrêter; si, pour une seconde fois, on asphyxie l'animal, des contractions très-violentes

éclatent de nouveau dans l'utérus, et quelquefois il y a expulsion d'un ou de plusieurs fœtus.

« *g*. Relativement au cœur, les faits observés par M. Brown-Séquard et par d'autres physiologistes sont plus nombreux et peut-être plus décisifs. Quand on a coupé les deux nerfs vagues, la respiration diminue, et la vitesse des battements du cœur augmente.

« Quand on a coupé le nerf grand sympathique des deux côtés, on trouve, comme après la section des nerfs vagues, mais à un moindre degré, ainsi que R. A. Wagner l'a découvert, que le nombre des battements du cœur augmente ; M. Brown-Séquard a montré que, dans ce cas, la respiration diminue comme après la section des nerfs vagues.

« Si nous avons le courage de faire l'expérience suivante, à savoir d'arrêter notre respiration pendant une minute, nous trouverons que, pendant les vingt dernières secondes, le nombre des battements du cœur est plus considérable que pendant les vingt secondes qui ont précédé l'expérience.

« *h*. En injectant, dans différentes parties du corps, du sang chargé d'acide carbonique, les tissus contractiles de ces parties sont mis en action. Si on injecte, au contraire, du sang rouge, c'est-à-dire chargé de beaucoup d'oxygène et contenant peu d'acide carbonique, on ne voit pas de contractions immédiatement ; mais au bout d'un certain temps, lorsque le sang s'est changé en sang noir, alors des mouvements surviennent. »

On constate ces faits très-aisément en injectant du sang veineux dans les artères des muscles de la vie animale, du cœur, de l'utérus, de la vessie ou des intestins.

Il résulte de tous ces faits relatifs à l'action du sang noir que, lorsque le sang se charge d'acide carbonique, il de-

vient un excitant puissant du système nerveux et du système musculaire.

Et maintenant, comme nous avons vu que l'acide carbonique est un agent excitateur du système nerveux et des muscles, il s'ensuit que, si nous trouvons des excitations très-puissantes dans tous les cas où il y a asphyxie, nous sommes conduits à les attribuer à l'augmentation qui existe alors dans la quantité d'acide carbonique existant dans le sang.

Suivant M. Brown-Séquard (1), ce serait le sang veineux contenu dans les veines coronaires et leurs divisions, qui, à raison de son acide carbonique, agirait comme stimulant pour produire les contractions cardiaques. On a cité les expériences de Castell (2) comme n'étant pas favorables à cette manière de voir ; tandis que, après leur excision, des cœurs de grenouilles continuent de battre pendant plus de *douze heures* dans l'oxygène ; ils cessent leurs mouvements environ *dix minutes* après qu'on les a plongés dans l'acide carbonique. Les deux cas sont pourtant semblables au point de vue de la suppression, de la circulation artérielle dans le tissu cardiaque, et du défaut d'influence de cette circulation sur la contractilité du cœur. (*M. Longet.*)

Ce serait une propriété du sang ***chargé d'acide carbonique*** de causer, d'après M. Brown-Séquard, des alternatives de contraction et de relâchement non-seulement dans le cœur, mais dans presque tous les muscles.

Chez les individus qui ont succombé à des attaques

(1) *Comptes rendus de la Société de biologie*, 1849, t. I, p. 159, *Experim. researches applied to physiology and pathology*, 1853, page 159.

(2) Muller's *Archiv. für physiol.*, etc., 1834, p. 226.

promptes et violentes du choléra ou de la fièvre jaune, il y a fréquemment des mouvements musculaires plus ou moins prononcés après la mort.

Ces mouvements sont tout à fait spéciaux ; ils ne sont ni volontaires, ni réflexes, ni convulsifs, dans le sens ordinaire du mot, ni le résultat de la contraction ultime cadavérique.

En examinant les circonstances favorables à la production de ces phénomènes, M. Brown-Séquard a été conduit à admettre qu'il est nécessaire, pour que ces phénomènes existent, que les muscles possèdent une somme assez considérable d'irritabilité.

Cette irritabilité musculaire chez les cadavres d'hommes qui n'ont pas été épuisés par la maladie dure beaucoup plus longtemps qu'on ne le croit généralement. M. Brown-Séquard a vu l'irritabilité musculaire durer treize et quatorze heures après la mort chez des suppliciés. — Nysten a vu une fois l'irritabilité musculaire durer vingt-six heures après la mort, dans des conditions analogues.

M. Brown-Séquard croit qu'il y a un *agent excitateur* dans le sang et les muscles qui provoque les contractions, et que cet agent excitateur n'est autre chose que le gaz carbonique accumulé dans le sang et les muscles.

L'acide carbonique étant un excitant des muscles, des nerfs et de la moelle épinière, son accumulation dans le sang, chez les individus qui ont succombé aux attaques du choléra ou de la fièvre jaune, rend compte, au moins en partie, des mouvements qu'on observe après la mort qui résulte dans ces deux maladies (1).

Nous allons étudier successivement les effets produits

(1) M. Brandt, *Thèse*, 1855.

par le gaz carbonique sur les organes des sens, sur les fonctions et les organes de la nutrition, de la circulation, de la respiration, de la génération, des sécrétions, de l'innervation, etc.

CHAPITRE III.

DE L'ACTION PHYSIOLOGIQUE DU GAZ CARBONIQUE SUR LES ORGANES DES SENS.

En contact avec la surface extérieure du corps ou la peau, le gaz carbonique y produit les effets suivants :

1. Sensation particulière de chaleur;
2. Excitation de l'organe cutané ;
3. Transpiration abondante ;
4. Désinfection des plaies, des ulcères, etc. ;
5. Diminution de la douleur ;
6. Stupeur, engourdissement, insensibilité de la peau ;
7. Enfin des effets généraux résultant de l'absorption du gaz par la surface cutanée.

Si une personne bien portante se plonge entièrement (la tête exceptée, bien entendu) dans une couche suffisamment profonde (un mètre) de gaz carhonique, sec, à la température ordinaire de l'atmosphère, elle éprouve en peu d'instants une sensation très-prononcée de chaleur, qui se manifeste sur toutes les parties du corps en contact avec le gaz.

Cette sensation de chaleur est d'abord douce et agréable; on peut la comparer à celle que produirait un vêtement léger d'étoffe de laine fine et moelleuse, ou de la ouate appliquée sur la peau.

Si la durée du bain se prolonge plus d'un quart d'heure par exemple, la sensation de chaleur devient plus intense, elle est accompagnée d'un picotement particulier, de démangeaison, de fourmillement; chez quelques personnes sensibles la peau se colore, elle éprouve une sensation d'ardeur ou de brûlure légère. Il s'établit à la surface du corps une transpiration abondante, qui présente les caractères chimiques de l'acidité. — La sécrétion urinaire est aussi augmentée.

Enfin, lorsque le gaz acide carbonique est resté en contact pendant un temps assez prolongé (plusieurs heures) avec la peau, celle-ci s'engourdit, elle est stupéfiée; souvent elle devient insensible et privée du sentiment: on peut alors la piquer, la couper sans qu'il se manifeste aucun signe de douleur.

Nous ferons connaître plus loin, dans l'article consacré spécialement à l'anesthésie locale et générale, les phénomènes d'insensibilité produits par l'application du gaz carbonique.

Voici comment M. Rotureau (1) décrit les sensations qu'il éprouva dans un bain de gaz carbonique, à Nauheim (Hesse), en juillet 1855:

« Je suis à jeun. L'air extérieur est frais. Le thermomètre marque 17° c. seulement. Dans l'intérieur de mon cabinet, la température s'élève à 23° c.

(1) Nauheim, page 63.

Je conserve mes vêtements pour me mettre dans l'appareil; j'ai presque froid. Un thermomètre de Réaumur placé sous mon aisselle pendant cinq minutes marque 26°; ma salive est alcaline et mon urine très-claire et très-acide; j'ai 68 pulsations par minute.

Au moment où je laisse pénétrer le gaz dans l'intérieur de la boîte, le thermomètre exposé au courant indique 26°,5 c.

Afin de remplir hermétiquement le vide que laisse autour de mon cou l'ouverture pratiquée dans le couvercle et empêcher le gaz de se répandre, on applique plusieurs serviettes avec le plus grand soin possible.

A 9 heures 46 minutes du matin, après avoir fait ouvrir la fenêtre de mon cabinet, j'entre dans mon bain, et une minute après j'éprouve déjà dans toutes les parties du corps une sensation de douce chaleur.

9 h. 50 m. — La chaleur a sensiblemennt augmenté et se fait sentir au creux épigastrique, à la partie interne des membres et surtout des cuisses. Elle provoque aux organes génitaux un chatouillement agréable.

9 h. 54 m. — La chaleur augmente toujours et devient difficile à supporter; j'ai seulement les pieds presque froids.

9 h. 56 m. — Je ressens, le long de la région dorsale supérieure, de très-légers picotements.

9 h. 59 m. — On ferme la fenêtre de mon cabinet.

10 h. 1 m. — Mon pouls est resté le même; mais ma figure a fortement rougi, elle se recouvre d'un peu de sueur; l'extrême chaleur que j'éprouve par tout le corps est prononcée surtout à la paume des mains. Mon pied droit semble se réchauffer un peu, le gauche est toujours froid.

Les deux personnes qui sont dans mon cabinet, sur un plan de beaucoup inférieur à celui que j'occupe, éprouvent à un degré différent une oppression assez forte; l'une d'elles a la respiration haletante, l'autre un besoin marqué de dormir; je ne ressens pas les mêmes effets.

10 h. 7 m. — Mes deux compagnons sont obligés d'ouvrir la croisée. Mes sensations personnelles n'ont pas changé; je reçois seulement avec plaisir sur le visage l'air plus frais, dont l'impression fait bientôt disparaître la sueur.

10 h. 9 m. — L'oppression et l'abattement ont cessé chez les personnes qui sont avec moi.

10 h. 16 m. — Mon pouls est tombé à 60 pulsations. Mes deux pieds se sont réchauffés complétement. Tous mes membres ont acquis une grande souplesse, qui vient encore augmenter le sentiment général de bien-être que je ressens.

Je sors de l'appareil, pour m'y remettre lorsque j'aurai quitté mes vêtements.

Bientôt j'éprouve dans mon cabinet un froid aussi vif que si l'on était en hiver; et des bluettes nombreuses viennent scintiller devant mes yeux, mais surtout devant l'œil gauche et en dehors de cet œil, brillantes comme les étincelles d'une pièce d'artifice.

Trois minutes après avoir quitté le bain, je ne ressens plus rien de particulier.

J'ai fait renouveler l'air de mon cabinet, et à 10 heures et demie j'entre, sans être vêtu, dans l'appareil.

Un froid vif me saisit. Mes pieds se trouvent placés sur l'orifice qui donne passage au gaz. Le courant est très-sensiblement froid, et j'ai promptement les deux pieds glacés. Cette circonstance m'avait échappé dans ma pre-

mière expérience, pendant laquelle j'avais conservé mes chaussures.

Comme lorsque j'avais mes vêtements, une impression de douce et agréable chaleur succède au froid ressenti d'abord. A 10 heures 35 minutes, le froid aux pieds est devenu insupportable ; je suis forcé de les éloigner du courant.

10 h. 37 m. — Une chaleur moite se déclare à la partie supérieure du corps, et les membres inférieurs se réchauffent.

10 h. 43 m. — La chaleur est générale. J'ai un peu de sueur sur la face. Des picotements se font sentir aux avant-bras et aux mollets.

10 h. 45 m. — Je n'ai plus que 52 pulsations. La chaleur persiste et le bien-être devient complet.

10 h. 55 m. — Je ressens un très-léger mal de tête ; la personne qui écrit sous ma dictée se plaint d'avoir comme un bandeau sur les yeux, et éprouve des douleurs frontales assez vives.

Je veux néanmoins rester encore dans mon bain ; mais bientôt des démangeaisons se déclarent dans toutes les parties du corps, et sont si fortes aux épaules et sur les pieds, que je ne puis résister au besoin de me gratter.

10 h. 58 m. — Mon pouls est remonté à 56. Il accuse quelques irrégularités.

Je quitte l'appareil, et je constate que ma salive est devenue acide sans qu'il y ait eu de changement pour mon urine.

La circulation capillaire de la peau a été beaucoup moins active au visage qu'aux parties du corps plongées dans le gaz ; et, comparée à la rougeur de ces parties, ma figure semble très-pâle. »

Je voulus ensuite apprécier la température et l'action d'un bain de gaz pris à la sortie de la source même.

« Voici ce que j'éprouvai dans ce bain pris le 5 juillet 1855 :

Il est 5 heures 10 minutes du soir. La température extérieure est de 20° c.; celle du gaz recueilli sur la source est de 26° c. Ma salive est neutre, mon urine acide ; mon pouls a 76 pulsations, et je respire 19 fois par minute. J'entre dans l'appareil et j'éprouve une sensation modérée de chaleur.

5 h. 13 m. — La chaleur a progressivement augmenté. Lorsque je remue la tête, il passe entre l'ouverture du couvercle et mon cou une petite quantité de gaz qui me fait éprouver aux yeux un picotement pénible, et je reconnais en même temps l'odeur piquante de l'acide carbonique et sa saveur aigrelette. J'ai des envies presque irrésistibles d'éternuer.

5 h. 15 m. — J'éprouve une sensation de brûlure entre les deux épaules, mais toujours les pieds froids.

5 h. 18 m. — La chaleur aux pieds revient peu à peu. Cependant ma respiration ne se fait plus aussi facilement; elle s'est abaissée à 16 fois par minute.

5 h. 22 m. — Le pouls est le même. J'éprouve aux organes génitaux un chatouillement non moins agréable que celui que j'avais ressenti pendant ma première expérience. La sueur commence à se montrer à la face, mais avec plus d'abondance autour de la bouche.

5 h. 25 m. — La sensation de brûlure devient de plus en plus forte entre les deux épaules, et je sens les gouttes de sueur qui roulent sur ma poitrine. En me pinçant en

plusieurs endroits, je constate que la sensibilité n'est ni augmentée ni diminuée.

5 h. 30 m. — La sueur est générale. Les pieds restent toutefois un peu moins chauds que toutes les autres parties du corps.

5 h. 40 m. — J'ai le pouls plein, mais régulier; il s'est élevé à 76 pulsations. La sueur est abondante.

A 5 heures 45 minutes, je quitte le bain.

Ma salive est devenue *alcaline*, mon urine est restée acide.

L'impression de l'air a déterminé une sensation de froid si vive, que j'ai été obligé de me couvrir d'un paletot d'hiver très-lourd et très-chaud. »

Douches de gaz. — « J'ai reçu directement, pendant 10 minutes, sur la partie médiane et antérieure de l'avant-bras, un courant de gaz carbonique sortant d'une anche de moyenne ouverture; et voici ce que j'ai éprouvé :

J'ai eu d'abord une sensation de froid assez vif qui persista pendant 2 minutes et demie. Une sensation de chaleur, à peine prononcée, lui succéda alors et devint presque complète après 5 minutes. A ce moment, j'observai, dans les parties de la peau qui recevaient directement le courant, comme de petites traînées rougeâtres. Au bout de 6 minutes, ces lignes avaient acquis leur *summum* d'intensité, et ne varièrent plus.

L'expérience terminée, la rougeur de la partie douchée devint beaucoup plus visible, non-seulement au point où j'avais reçu le jet, mais encore autour de ce point. Cette rougeur avait d'ailleurs son maximum d'intensité à son centre et allait en décroissant progressivement jusqu'à l'endroit où la peau reprenait sa teinte normale. »

Lorsqu'on expose seulement un membre à l'action du gaz carbonique, on y ressent une chaleur agréable qui va en augmentant pendant la durée du bain local; cette chaleur s'étend aux parties voisines et bientôt s'ensuit une transpiration abondante spécialement de la partie du corps exposée à l'action du gaz.

Si l'on plonge la tête dans la couche du gaz carbonique, on éprouve immédiatement la sensation de chaleur, surtout à la bouche, aux yeux et aux oreilles; l'odeur du gaz monte au nez, il pique vivement la muqueuse nasale; il provoque l'éternument et détermine une sécrétion plus abondante du mucus.

La sensation de chaleur que l'on éprouve dans le bain de gaz carbonique s'étend à toutes les parties du corps; elle commence ordinairement par les pieds et se propage rapidement aux jambes, aux cuisses et à la partie supérieure du corps ; mais elle se manifeste d'une manière plus forte et plus sensible sur le bas-ventre et spécialement sur les organes sexuels dans les deux sexes.

Cette sensation de chaleur produite par le gaz carbonique est, comme nous le dirons bientôt, sans augmentation réelle de température; elle se continue souvent pendant plusieurs heures après la sortie du bain.

Elle se manifeste également pendant l'hiver comme pendant l'été.

A part la sensation de chaleur que l'on éprouve aussitôt que l'on entre dans un bain de gaz carbonique, les effets du gaz sont peu prononcés dans les premiers moments de l'immersion.

Les mouvements du cœur et de pouls sont seulement un peu accélérés; il y a peu de turgescence et de rougeur

à la peau; la température du corps, quoiqu'en sueur, n'est point considérablement augmentée.

Le gaz agit particulièrement sur les parties de corps dont la peau est fine et délicate et sur celles où les vaisseaux sanguins et les nerfs existent en plus grande quantité, et spécialement sur les organes sexuels, où il produit quelquefois une excitation voluptueuse.

Plus l'éréthisme de la peau est prononcé, plus elle est riche en parties liquides, plus elle a de vitalité, plus aussi l'action qu'exerce le gaz carbonique sur l'organe cutané est énergique et rapide. Ce sont surtout les personnes dont la peau est blanche, molle et tendre, qui ressentent le plus promptement les effets du gaz.

On peut considérer la sensation de chaleur comme une mesure approximative de la vivacité et de la durée de l'action du gaz et comme un indice de la partie du corps qui est le plus susceptible d'en ressentir les bons effets.

La sensation de chaleur est souvent plus vive dans les parties du corps qui ont été autrefois le siége de maladies, de blessures, ou qui le sont encore.

Toutefois la température de la partie affectée de cette chaleur artificielle ne diffère pas de celle du reste du corps. (*M. Heidler.*)

Plusieurs personnes éprouvent aussi un tiraillement, une formication et quelquefois même un renouvellement de douleurs assez vives dans les points qui ont été anciennement fracturés, où existent des cicatrices de blessures; dans les parties affectées par la goutte, le rhumatisme, etc.

J'ai vu, dit M. Heidler, un homme souffrant d'une

sciatique rhumatismale, qui fut forcé deux fois de quitter le bain à cause de vives douleurs qu'il excita.

Quelquefois aussi des douleurs arthritiques très-violentes, mais sans inflammation, ont été instantanément apaisées par un bain de gaz ; le malade éprouve un soulagement immédiat à la suite d'une transpiration abondante et de nature acide.

La sensation de chaleur et le retour de la sensibilité dans les parties paralysées sont d'un augure favorable.

La sensation de chaleur que l'on éprouve lorsque l'on est plongé dans une atmosphère de gaz carbonique n'est qu'apparente.

Le thermomètre n'accuse en aucune manière une augmentation de la température du corps, bien que souvent il soit couvert de sueur ; c'est une sensation analogue à celle que l'on éprouve pendant les périodes de frisson et de chaleur de la fièvre où le thermomètre ne présente aucune variation importante (1).

Dans une note lue à l'Académie des sciences à propos de mon mémoire sur le gaz carbonique, l'honorable et savant M. Boussingault a confirmé ce fait d'une manière péremptoire. Il rapporte que, dans ses voyages aux Cordillères, il a eu l'occasion de pénétrer à plusieurs reprises dans des cavernes et des mines, particulièrement dans les soufrières de la Nouvelle-Grenade, où se dégage une grande

(1) La sensation de chaleur se fait également sentir dans les bains d'eaux minérales carbo-gazeuses. — Un bain de cette sorte, à la température de + 28° c., paraît, après quelques minutes d'immersion, avoir 34 c., c'est-à-dire 5 ou 6 degrés de chaleur de plus qu'il n'en a en réalité. — J'ai plusieurs fois constaté ce fait à Royat, à Nauheim, où la température de l'eau minérale est au-dessous de 30° c.

quantité de gaz carbonique; qu'il a éprouvé là une sensation extraordinaire de chaleur, qu'il évaluait à 45° cent., tandis que, à sa grande surprise, le thermomètre accusait seulement une température de 19°.

Voici un extrait de la communication de M. Boussingault (1) :

« Dans une notice fort intéressante sur les bains et les douches de gaz acide carbonique, dit M. Boussingault, M. le docteur Herpin, de Metz, rapporte que la première impression que l'on éprouve, en pénétrant dans la couche de gaz, est une sensation de chaleur douce et agréable... Je vais raconter comment j'ai eu l'occasion de constater la singulière sensation de chaleur que le contact du gaz acide carbonique *froid* développe sur la peau...

« Je descendis dans une excavation, faite à la surface du sol, de $1^{m},7$ de profondeur, dans laquelle on voyait des insectes, des serpents, des oiseaux, qui avaient été tués par les vapeurs méphitiques (2), avec un tube gradué pour recueillir le gaz et un thermomètre.

« En descendant et pendant le temps très-court que j'employai à établir les instruments, je ressentis une chaleur suffocante que j'évaluais à 40° cent. et un picotement très-vif dans les yeux. Un jeune botaniste, mort, il y a quelques années, victime de son dévouement à la science, M. Goudot, qui m'accompagnait dans cette expédition, était resté au bord de la crevasse; il remarqua que mon visage était devenu fortement coloré; lorsque je sortis, je transpirais abondamment. Nous attribuâmes le

(1) *Comptes rendus*, 1855, t. 40, page 1006.

(2) On voit quelque chose de semblable à Neyrac (Ardèche), dans une excavation à fleur de sol, une sorte de puits sec, d'environ 1 mètre de profondeur. (Voyez pages 21, 22.)

premier effet à la suspension de la respiration, et la transpiration nous parut résulter tout naturellement de la température du milieu dans lequel j'avais été plongé.

« Après que les instruments eurent séjourné pendant une heure dans l'excavation, je redescendis pour les en retirer. J'éprouvai précisément la même sensation pénible occasionnée par la chaleur, le même picotement dans les yeux ; mais quelle ne fut pas ma surprise lorsque je reconnus que le thermomètre indiquait seulement 19°,05. Au même instant, sur un thermomètre exposé à l'air libre et à l'ombre, M. Goudot lisait 22°,02. Ainsi l'atmosphère dans laquelle, d'après mes sensations, j'avais éprouvé une chaleur accablante était, en réalité, moins chaude que l'atmosphère extérieure.

« Une analyse, faite sur place, m'a donné pour la composition du gaz que j'avais puisé dans l'excavation :

Acide carbonique	95
Air atmosphérique	5
Acide sulfhydrique	traces
	100

« A peu de distance du lieu où cette première observation avait été faite, je remarquai une autre fissure de laquelle sortait du gaz carbonique. Lorsqu'on plongeait le bras dans cette cavité, on ressentait une chaleur que l'on estimait à 40°. Cependant, au fond de la tranchée, la température ne dépassait pas 18°,2, tandis qu'à l'air libre et à l'ombre un thermomètre indiquait 23°,3.

« En pénétrant dans une autre cavité, j'eus la même sensation de chaleur, le même picotement dans les yeux que j'avais éprouvés dans la première excavation. L'effet était même plus prononcé lorsqu'on tenait seulement la

partie inférieure du corps dans la crevasse ; on s'imaginait alors prendre un bain d'air chauffé à 45 ou 48.

« Une autre fois, pour aller à la soufrière, il me fallut traverser un torrent dont les eaux étaient assez froides. En sortant du torrent je m'empressai de me réchauffer en prenant un bain froid de gaz acide carbonique ; j'en éprouvai l'effet le plus agréable.

« Le même phénomène a été aussi observé dans la grotte du Chien, près de Naples. Voici ce que l'on trouve dans Breislak (1). « L'entrée de la mofette s'annonce par une sensation de chaleur aux pieds et à l'extrémité des jambes, qui n'a rien d'incommode. Le même effet se fait sentir dans les grandes mofettes de Latera du duché de Castro.

« Nombre d'observations faites dans la grotte du Chien m'ont assuré que l'exhalaison y avait une chaleur propre diverse de celle de l'atmosphère, et que j'ai trouvée répondre à environ 3° Réaumur. J'ai répété plusieurs fois cette observation, en faisant usage de thermomètres différents, sachant que M. Murray, lorsqu'il fit ses expériences dans la grotte du Chien, avait trouvé que cet air n'exerçait aucune action sur le mercure du thermomètre. »

On a expliqué de diverses manières la cause de la sensation de chaleur produite sur la peau par le contact du gaz carbonique.

1° Le gaz carbonique, étant plus dense que l'air, conserve et laisse échapper une moindre quantité du calorique qui se dégage du corps.

2° Le gaz, absorbé par la peau et se dissolvant dans les

(1) *Voyage dans la Campanie*, tome 2, page 54.

fluides de l'économie, passe de l'état gazeux à l'état solide et dégage du calorique.

3° La quantité de carbone en contact avec la peau et les organes étant augmentée, la combustion devient plus active, et par conséquent il y a production de chaleur.

4° Suivant M. Pacot (1), la sensation de chaleur, la rougeur de la peau, la transpiration abondante seraient déterminées par un afflux de sang plus considérable à la périphérie, ce qui est dû au laxum des capillaires. Nous appelons ainsi, dit-il, cet état d'atonie, de relâchement des capillaires qui succède à la suspension de l'action nerveuse, et, dans le cas dont il s'agit, cette anesthésie est causée par le contact du gaz carbonique avec la peau.

Toutes ces explications laissent beaucoup à désirer.

La *transpiration* du corps ou des membres est considérablement augmentée par l'action du bain de gaz carbonique.

Lorsque la transpiration ne s'établit pas dans le bain même, elle a lieu quelques heures plus tard ou pendant la nuit suivante.

Cette transpiration est ordinairement très-abondante, surtout chez les personnes qui font usage en même temps des eaux minérales en boisson, ou qui sont atteintes de goutte ou de rhumatisme.

Dans ces derniers cas, la sueur présente d'une manière très-prononcée les caractères chimiques de l'acidité.

Cette transpiration copieuse est souvent un signe critique qui favorise et annonce une guérison prochaine. Ainsi, chez des malades atteints de la goutte et qui avaient inutilement employé, pendant plusieurs semaines, diffé-

(1) M. L. Pacot, *Thèse*, Paris, 1860.

rents remèdes sans avoir pu obtenir des sueurs, signes précurseurs de la guérison ou d'un soulagement prochain, on a vu ces symptômes d'heureux augure se manifester après avoir pris quelques bains de gaz; les douleurs se sont augmentées d'abord et la transpiration est revenue.

Les bains de gaz acide carbonique sont très-salutaires dans les diverses maladies qui résultent d'une suppression de la transpiration, dans la goutte, le rhumatisme, etc., en rétablissant les fonctions de la peau dans leur état normal, en rappelant la chaleur et la transpiration et aussi en augmentant l'abondance de la sécrétion urinaire.

Employé à l'extérieur et mis en contact avec une plaie, le gaz carbonique y produit un sentiment d'ardeur et même de légère brûlure. Les propriétés *siccatives* du gaz carbonique se manifestent spécialement sur les surfaces blessées ou ulcérées; après quelques minutes de l'emploi de la douche, elles se sèchent et se recouvrent d'une pellicule mince comme une membrane.

Si l'on applique la douche de gaz sur des ulcères atoniques, indolents, putrides, ou de mauvaise nature, le gaz agit de la manière la plus heureuse; il excite et stimule la plaie qui prend bientôt un meilleur aspect, il améliore la nature et la qualité de la suppuration et empêche la dégénérescence putride ou gangréneuse par l'effet de ses propriétés antiseptiques.

A une sécrétion fétide et de mauvaise nature succède bientôt un pus de bonne qualité.

« L'ulcération blanchit un peu; le pus devient concret, moins abondant, le travail de la cicatrisation est accéléré. » (*M. Nepple.*)

Des ulcérations qui avaient résisté, depuis plusieurs

années, à des traitements rationnels et sévères ont été quelquefois guéries en très-peu de temps par l'usage des bains ou des douches de gaz carbonique.

Lorsque le gaz carbonique est resté pendant longtemps en contact avec la peau, l'action de cet agent s'exerce d'une manière toute spéciale sur les nerfs du sentiment; ils deviennent insensibles.

Toutefois cet effet n'est pas persistant, il n'a lieu que pendant la durée du contact de la peau avec le gaz.

L'anesthésie ou l'insensibilité produite par le gaz carbonique a été mise à profit d'une manière heureuse, comme nous le verrons plus loin, pour calmer ou endormir des douleurs très-vives, pratiquer des opérations chirurgicales, etc.

L'action de l'acide carbonique ne se borne pas aux organes avec lesquels il est mis en contact; le gaz est absorbé par la peau, il continue son action dans l'intérieur des tissus et produit une réaction générale sur les organes de la circulation et de l'innervation.

Abernethy a trouvé que sa main, plongée dans l'acide carbonique pendant neuf heures, avait absorbé plus de 6,25 pouces cubiques de ce gaz.

Suivant le docteur Balling, l'acide carbonique qui a pénétré par la peau occasionne souvent, après une heure ou deux, des gargouillements dans les intestins, et sort ensuite sous la forme d'éructations ou de flatuosités.

Plusieurs personnes, après avoir pris des bains de gaz dans des boîtes fermées, où la tête n'est point en contact avec le gaz, ont senti à la bouche, en mordant et suçant leurs lèvres, une saveur très-distincte et caractéristique de l'acide carbonique. (*M. Kuster.*)

Landriani, Collard de Martigny et plusieurs autres savants ont démontré, il y a déjà longtemps, que l'acide carbonique pouvait être absorbé par la peau et déterminer ainsi des effets pathogéniques.

Landriani ayant enveloppé le corps d'une poule dans une vessie pleine de gaz acide carbonique, de manière à empêcher son accès dans les poumons, vit bientôt l'animal frappé d'une paralysie générale (1).

« J'enfermai un moineau franc, dit Collard de Martigny (2), dans une cloche remplie d'acide carbonique; sa tête seule traversait une paroi de parchemin mouillé, exactement tendue sur la base du vase et fermée autour du col de l'animal pour empêcher la sortie de l'acide ou l'invasion de l'air extérieur. L'oiseau était bien portant, son corps reposait sur l'un des côtés de la cloche, et le col n'était pas serré dans son passage à travers le parchemin, car l'animal mangea au commencement de l'expérience; aucune cause étrangère de mort n'existait donc.

« A la vérité, lié par les pattes et par les ailes, couché sur un plan très-humide, l'oiseau était dans une position fort incommode ; mais je ne pense pas que la réunion de ces circonstances puisse provoquer l'extinction vitale.

« Au bout de trois quarts d'heure la respiration s'accéléra, les yeux devinrent fixes, les paupières affaiblies se fermèrent, l'oiseau s'agita violemment; l'agonie survient après une heure et quart, et la mort après une heure trois quarts. Une seconde et une troisième expérience ont produit des résultats semblables; dans la deuxième l'oiseau vécut deux heures, et dans l'autre une heure et demie seulement. »

(1) Anglada, *Toxicologie générale*, page 123.

(2) *Archives générales de médecine*, tome 26.

« Ces faits, ajoute l'auteur, nous donnent la certitude que l'action de l'acide carbonique sur la surface cutanée est encore dangereusement énergique, propriété que n'ont point l'hydrogène ni l'azote. »

Collard de Martigny rapporte en ces termes l'expérience qu'il a faite sur lui-même de l'action du gaz carbonique appliqué à l'extérieur du corps, en prenant les précautions convenables pour que ce gaz ne pût point pénétrer dans la poitrine par les voies respiratoires.

« Chaptal a fait l'observation que les membres, plongés dans l'acide carbonique, s'y engourdissent profondément. Partant de cette donnée, je désirai connaître quel effet produirait sur toute la surface extérieure une atmosphère de ce gaz ; en conséquence, je me plaçai entièrement sous le drap qui recouvrait une cuve profonde à moitié pleine de raisins en fermentation ; les fosses nasales exactement fermées, je respirais sans gêne par la bouche l'air qu'un long tuyau, d'un pouce de circonférence environ, allait puiser à 5 pieds de la cave, dans une atmosphère libre et agitée ; au bout de cinq minutes je ressentis une légère pesanteur de tête, accompagnée de trouble de la vue. A la huitième, douleur peu considérable, temporale et sus-orbitaire, tintements d'oreilles, vertiges ; à la dixième, persistance des mêmes symptômes, affaissement général et bien-être d'une extension indolente des membres, légère accélération de l'action du cœur ; depuis la douzième, persistance et augmentation des symptômes, la respiration seule devient profonde et lente d'accélérée qu'elle était ; *un effroi vague, indéfinissable* et instantané s'empare de mes sens, comme si la nature eût voulu m'avertir du danger qui me menaçait ; enfin, à la dix-neuvième minute, l'affaiblissement, la torpeur sont si prononcés, que

le tube par lequel je respirais m'échappe, et que je puis à peine sortir du cuvier où je me trouvais. »

Lorsque la peau est privée de son épiderme, comme cela a lieu dans les plaies et les ulcérations, l'absorption du gaz carbonique par les surfaces dénudées est très-rapide.

Les effets généraux du gaz se manifestent quelquefois très-promptement, et il est important de surveiller ces effets afin d'éviter les accidents.

Nous avons entendu parler d'une dame qui est morte asphyxiée entre les mains de médecins très-distingués pendant l'application qu'ils faisaient du gaz carbonique pour calmer les douleurs intolérables d'une large ulcération cancéreuse de l'utérus.

Peut-être le gaz aura-t-il été absorbé par les surfaces ulcérées et dépouillées de leur épiderme.

Lorsque le gaz carbonique est mélangé avec des vapeurs d'eau chaude, l'absorption du gaz est augmentée considérablement.

Il est curieux de rapprocher ici le rôle de la peau de celui du poumon ; car, de même que dans l'état normal, le poumon rejette de l'acide carbonique, la peau en exhale aussi, quoiqu'en proportion moindre ; Scharling et Hannover ont trouvé que la quantité d'acide carbonique exhalée par la peau est à celle qu'exhale le poumon :: 1 : 38, c'est-à-dire 38 fois moindre.

Cette proportion se conserve lorsque l'on fait absorber à ces deux organes l'acide carbonique qu'ils auraient dû exhaler normalement ; les phénomènes généraux d'asphyxie mettent un temps bien plus notable à se manifester quand l'absorption se fait uniquement par la peau

que lorsqu'on fait inhaler le gaz, et le rapport de 38 à 1 se trouve également juste; ainsi un oiseau qui meurt ordinairement en trois minutes, quand il respire l'acide carbonique, ne succombe qu'au bout d'une heure trois quarts quand il l'absorbe par la peau. (*M. Ozanam.*)

Les bains d'eaux minérales carbo-gazeuses produisent des effets analogues à ceux des bains d'acide carbonique gazeux.

Le gaz se dépose et s'attache à la surface du corps sous forme de petites bulles.

La sensation de chaleur se manifeste à la peau surtout aux parties les plus sensibles ; et, après quelques instants d'immersion, le bain qui n'a que + 28 ou 30° c. paraît en avoir réellement 35. Le système vasculaire de la peau est excité d'une manière évidente.

M. le docteur Fleury, ancien directeur de l'établissement hydrothérapeutique de Belle-Vue, près Paris, qui dirige aujourd'hui un établissement de même genre et d'une installation savante fort remarquable à Schwalheim, près de Francfort-sur-le-Mein, où il fait usage d'une source abondante d'eau carbo-gazeuse, nous a assuré qu'il obtenait, avec cette eau très-chargée de gaz carbonique, des effets bien plus puissants, des réactions bien autrement énergiques et beaucoup plus promptes que ceux qu'il avait vus se produire partout ailleurs avec l'eau simple.

Serait-il déraisonnable de supposer que, dans les procédés ordinaires de l'hydrothérapie, le gaz carbonique qui s'exhale continuellement par la surface cutanée du corps, étant arrêté et refoulé au dedans par l'effet de contraction causée par l'immersion subite dans l'eau froide, exerce sur le système nerveux et vasculaire de la péri-

phérie une excitation particulière qui contribue à la réaction ?

Résumons ce que nous avons dit dans cet article.

Les effets produits par l'acide carbonique en contact avec les téguments ou la peau sont les suivants :

1° Sensation particulière de chaleur qui se manifeste plus spécialement aux endroits où la peau est le plus délicate et plus sillonnée de filets nerveux ;

2° Excitation de l'organe cutané ;

3° Transpiration abondante ;

4° Assainissement, désinfection, dessiccation des ulcères et des plaies superficielles ;

5° Engourdissement, stupeur, insensibilité de la peau, apaisement des douleurs aiguës ;

6° Anesthésie, asphyxie, intoxication générale par suite de l'absorption du gaz par la surface cutanée, surtout lorsqu'elle est dénudée ou privée de son épiderme.

Action physiologique du gaz carbonique sur l'organe du goût.

Aspiré au moyen d'un tube plongeant dans du gaz carbonique et mis en contact avec la bouche, le gaz produit une espèce de picotement ou de prurit sur la langue ; il a une saveur aigrelette, piquante, pénétrante, qui monte au nez. On éprouve une sensation de chaleur très-marquée dans l'intérieur de la bouche et de la gorge et qui s'étend sur l'estomac ; la salivation devient plus abondante.

Le gaz carbonique pur ou même mélangé avec un volume égal d'air atmosphérique est irrespirable ; il détermine l'occlusion convulsive de la glotte et un commencement de suffocation.

Kelsch a observé qu'après l'administration des douches de gaz carbonique il y avait quelquefois perte du goût et une certaine pesanteur de la langue. (*Lersch.*)

Dissous dans l'eau, à l'état d'eau gazeuse, il forme une boisson aigrelette, rafraîchissante, digestive et agréable, dont nous ferons connaître plus spécialement les propriétés hygiéniques et médicamenteuses en traitant des boissons gazeuses.

*Action physiologique du gaz carbonique sur l'organe de l'*olfaction.

Introduit dans le nez, il pique et irrite vivement la muqueuse nasale comme le fait l'ammoniaque ; il provoque l'éternument et augmente la sécrétion du mucus.

On a fait usage avec succès des douches ou des injections de gaz carbonique dans certaines affections de la membrane pituitaire; dans les cas de suppuration, il en corrige et en diminue la mauvaise odeur; il favorise la dessiccation et la guérison du mal.

Action physiologique du gaz acide carbonique sur l'organe de la vision.

Appliqué sur les yeux, le gaz carbonique y produit d'abord un picotement, puis une sensation de chaleur, d'ardeur légèrement douloureuse; la conjonctive devient rouge; les larmes coulent en abondance; la cornée est très-brillante; la vue est plus claire, plus perçante; les mouvements de l'iris sont plus rapides. — On éprouve enfin un sentiment d'ardeur et de brûlure tel, qu'on est bientôt obligé de fermer les paupières et que l'on ne peut supporter l'action d'un jet de gaz pendant plus de cinq à six

secondes. Cette action peut quelquefois déterminer une inflammation. (*M. Danzer.*)

M. Boussingault (1) rapporte que les ouvriers employés aux mines des Cordillères, dans lesquelles se dégage ordinairement une grande quantité de gaz acide carbonique, finissent par éprouver un « affaiblissement des organes de la vue, qui chez quelques-uns va jusqu'à la cécité. »

Vogel (2) a constaté que, sous l'influence des inhalations d'acide carbonique, il se produisait un léger rétrécissement de la pupille ; mais chez les personnes asphyxiées par ce gaz, de même que chez les animaux anesthésiés, la pupille est dilatée.

L'observation de la pupille est d'une grande importance pour reconnaître la marche et les degrés d'intensité de l'anesthésie déterminée par l'inhalation du gaz acide carbonique. — Voyez le chapitre IX, qui suit.

*Action physiologique sur l'organe de l'*ouïe.

Injecté dans l'intérieur de l'oreille au moyen d'un ajutage ou d'une sorte de canule, le gaz carbonique y produit un bruissement particulier, un bourdonnement qui paraît plaire beaucoup aux personnes affectées de surdité; la peau de l'intérieur de l'oreille devient rouge, chaude; elle éprouve une sorte de turgescence; l'ouïe devient plus subtile; la sécrétion du cérumen est augmentée.

Si l'on continue l'injection du gaz dans l'oreille, la

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, mai 1855, tome 40, page 1007.

(2) Enleitung in die mineral quellenlehre, 3e édit., tome II, page 219.

chaleur se propage au reste de la tête, le visage se colore, le front se couvre de sueur ; on éprouve des étourdissements, etc.

Le conduit auditif externe est bien moins sensible que l'œil à l'action du gaz carbonique.

Les injections du gaz carbonique dans l'oreille, même par la trompe d'Eustache, ont produit d'excellents résultats dans les écoulements purulents de l'oreille et les affections atoniques de cet organe.

CHAPITRE IV.

ACTION PHYSIOLOGIQUE DU GAZ CARBONIQUE SUR LES ORGANES ET LES FONCTIONS DE LA DIGESTION ET DE LA NUTRITION.

Le gaz acide carbonique exerce une action puissante sur les organes et les fonctions de la digestion et de la nutrition.

Aspiré au moyen d'un tube et introduit dans la bouche, ce gaz y produit une espèce de picotement qui se fait sentir particulièrement sur la langue ; il a une saveur aigrelette, légèrement piquante et agréable ; on éprouve une sensation de chaleur bien marquée dans l'intérieur de la bouche et dans la gorge ; la sécrétion salivaire devient plus abondante.

Avalé de manière à le faire passer dans l'estomac par voie de déglutition, le gaz en contact avec les parois de ce viscère y développe, comme dans la bouche, une sensation de chaleur douce et agréable, qui favorise et facilite

la digestion, provoque chez quelques personnes une sorte de gaieté, un commencement d'ébriété, des effets analogues à ceux que produit le vin de Champagne.

Cette sensation de chaleur qui a lieu dans l'estomac se propage et se répand bientôt dans le reste du corps et jusqu'à la peau, où elle produit une légère transpiration.

Quand les malades avalent de l'acide carbonique, ce gaz manifeste aussi ses bons effets sur la digestion. « Nous avons vu souvent, dit M. le docteur Spengler d'Ems, plusieurs de nos malades avaler, sans en avoir conscience, les gaz provenant de l'appareil d'inhalation et s'étonner de ce que, tout d'un coup, leur appétit était devenu meilleur et leurs digestions plus faciles. »

Après avoir pénétré avec le sang dans les divers tissus, le gaz carbonique est expulsé de l'économie, suivant les lois de l'exosmose, par les poumons et par la peau.

Les effets généraux du gaz carbonique sur la circulation, sur le système nerveux se font sentir bien plus rapidement lorsque ce gaz est ingéré et mis en contact avec les voies digestives que lorsqu'il est simplement appliqué à la surface extérieure du corps, sous la forme de bain.

Mais c'est ordinairement sous la forme liquide, c'est-à-dire en dissolution dans un véhicule tel que l'eau, le vin, la bière, etc., que le gaz carbonique est mis en contact avec les organes digestifs. — C'est ce gaz qui constitue les propriétés essentielles des eaux appelées *gazeuses* ou mieux carbo-gazeuses naturelles et artificielles de Selters, Seltz, Saint-Galmier, Condillac, Schwalheim, et le pétillant des vins mousseux, de la bière, des limonades gazeuses, du soda-water, etc., et autres boissons analogues, qui sont agréables, rafraîchissantes, toniques, digestives

et très-salutaires lorsque l'on en use à propos et avec modération.

Elles produisent dans l'estomac une sensation de chaleur douce et agréable qui, en réchauffant réellement et stimulant l'organe, favorise la digestion et provoque l'appétit.

Elles déterminent dans les organes digestifs, sur les muscles, les nerfs et les vaisseaux absorbants du canal alimentaire, une légère excitation qui accroît leur activité vitale ; l'absorption intestinale est plus rapide ; les forces assimilatrices deviennent plus énergiques, l'alimentation et la nutrition deviennent plus réparatrices; le gaz carbonique qui est absorbé et qui passe dans le torrent de la circulation exerce son action sur le sang, qui devient lui-même plus excitant et stimule, par suite de cela, les divers systèmes d'organes; le mouvement circulatoire est accéléré; la transpiration cutanée, la sécrétion urinaire sont augmentées; les évacuations intestinales s'opèrent avec plus de facilité; la puissance musculaire et reproductrice se développe avec énergie ; l'humeur devient plus gaie, la tête plus libre, la pensée plus claire; les facultés de l'intelligence prennent un nouvel essor. Si l'on fait usage de ces boissons dans une mesure convenable et pendant un certain temps, elles modifient d'une manière avantageuse les principes solides et liquides de l'économie, elles en améliorent la composition et les qualités en favorisant et en activant le jeu des transmutations organiques. Enfin l'ensemble de l'économie en éprouve une restauration bienfaisante et salutaire, et acquiert un surcroît de force, de puissance et de vitalité.

L'ingestion du gaz carbonique ou de boissons gazeuses a souvent guéri d'une manière instantanée certaines né-

vroses de l'estomac, des crampes, des douleurs cardialgiques, guéri des vomissements opiniâtres, favorisé l'expulsion de calculs, graviers, etc.

Nous parlerons plus loin, dans un article spécial, des eaux carbo-gazeuses considérées comme boisson hygiénique et médicamenteuse.

Les boissons carbo-gazeuses, lorsqu'elles sont bien préparées, prises à propos et avec modération, ne causent ordinairement aucune fatigue ni aucune incommodité; mais, si l'on en fait un usage abusif ou inconsidéré, alors il peut en résulter des perturbations et même des accidents, tels que le vertige, l'ivresse, etc. (1); d'autres fois inappétence, pesanteur de l'estomac, cardialgie, vomissements, frissons, diarrhée, etc.; la tête se prend, la pensée devient lourde, hébétée, le corps vacille; on éprouve une véritable ivresse, due sans doute à l'action du gaz carbonique sur le système nerveux, qui peut quelquefois déterminer un commencement d'asphyxie ou de congestion cérébrale.

Et, si le gaz ne pouvait être expulsé par les voies naturelles, il y aurait lieu de redouter des accidents sérieux, la météorisation (2), l'apoplexie.

(1) J'ai connu un prêtre des Vosges, dit Collard de Martigny, qui, habitué à un régime frugal et à l'eau pour unique boisson, éprouvait une véritable ivresse par l'usage des eaux de Seltz et de Bussang. (*Archives générales de médecine*, tome 14, 1827.)

(2) On sait que la *météorisation* chez les animaux herbivores ruminants est due à un dégagement considérable de gaz carbonique, dans les intestins, occasionné par la fermentation du trèfle vert mangé en trop grande quantité. Il faut promptement administrer un breuvage contenant de l'ammoniaque, ou alcali

L'acide carbonique agit aussi particulièrement sur les reins et l'appareil urinaire.

Dans l'état de santé, après que l'on a bu de l'eau carbo-gazeuse, la sécrétion des reins est considérablement activée ; elle est suivie d'une excrétion abondante d'urine aqueuse. Mais, dans les maladies des reins et des voies urinaires, les effets de l'acide carbonique sont bien plus marqués encore, spécialement dans les affections muqueuses de ces organes, dans les catarrhes des reins et de la vessie, lorsque l'excrétion de l'urine est difficile ou douloureuse ; surtout dans les cas de gravelle ou de calculs lorsque, par une disposition morbide particulière, ces produits anormaux sont formés et retenus dans l'économie. « J'ai, d'après mon expérience personnelle, dit Hufeland, j'ai constaté que l'acide carbonique est l'un des remèdes les plus efficaces dans ces circonstances.

« Je sais des gens atteints et souffrants de la gravelle pendant toute leur vie, qui, s'ils n'ont pas toujours été radicalement guéris par l'usage de ce moyen, se sont au moins conservés dans un état très-supportable.

« J'en connais aussi beaucoup auxquels les eaux gazeuses ont fait rendre de petites pierres (1). »

volatil, et même quelquefois donner issue au gaz en perçant le flanc gauche de l'animal avec un trocart, sans quoi il pourrait survenir une rupture des intestins.

(1) Voyez l'article relatif aux maladies des organes génito-urinaires dans la troisième partie.

CHAPITRE V.

ACTION PHYSIOLOGIQUE DU GAZ CARBONIQUE SUR LES ORGANES ET LES FONCTIONS DE LA CIRCULATION, ET SUR LE SANG.

L'action de l'acide carbonique sur les organes et les fonctions de la circulation, sur le système vasculaire en général, est plus ou moins prompte, plus ou moins énergique, selon que le gaz est mis en contact seulement avec la surface extérieure du corps, ou qu'il est introduit dans l'économie par les voies digestives ou respiratoires.

Lorsque le corps est plongé dans un bain de gaz carbonique sec, ou d'eau carbo-gazeuse, la circulation générale n'est d'abord qu'assez faiblement influencée par le contact du gaz avec la peau; cependant le pouls devient ordinairement plus élevé, plus plein, il bat d'abord un peu plus vite, mais, lorsque la durée du bain se prolonge par trop et que l'absorption du gaz par la peau détermine des effets secondaires généraux, les pulsations se ralentissent.

A Cudowa, dit Graefe, § 198, la fréquence du pouls augmente, dans les bains de gaz carbonique, de 5 à 10 battements; mais, ordinairement, elle diminue après un quart d'heure.

Le gaz agit localement comme excitant sur le système vasculaire périphérique; après un certain temps, la peau éprouve de la turgescence; elle prend une couleur violacée; les veines sous-cutanées sont gonflées.

Lorsque le gaz carbonique est mélangé avec du gaz hydrogène sulfuré, il paraît agir d'une manière plus particulière sur le système veineux. (*M. Balling.*)

Le bain de gaz carbonique produit un effet excitant,

stimulant et vivifiant sur les veines de la peau, sur le système vasculaire en général, mais plus particulièrement sur les vaisseaux hémorroïdaux et utérins; ces vaisseaux éprouvent alors un gonflement considérable; l'action du gaz favorise la sortie et l'écoulement des flux sanguins naturels de diverses sortes et les rappelle, lorsqu'ils ont été accidentellement supprimés.

Non-seulement il provoque et rappelle les règles, les hémorroïdes, etc., mais l'action de cet agent peut aller jusqu'à déterminer des congestions sanguines, des hémorragies utérines, nasales et même pulmonaires.

Il faut donc user avec précaution de cet agent lorsqu'il y a une prédisposition aux hémorragies; mais, d'un autre côté, il est très-utile pour rappeler les évacuations sanguines qui ont été accidentellement supprimées, le flux menstruel, les lochies, les hémorroïdes, etc.

Dans ce cas, l'acide carbonique mérite souvent la préférence sur tous les autres moyens, parce qu'il produit l'effet que l'on désire, sans exciter, sans échauffer trop fortement le système vasculaire, ce qui est l'inconvénient ordinaire des autres remèdes de cette classe et qui rend leur action incertaine et quelquefois même dangereuse.

Lorsque le gaz carbonique est mis en contact tout à la fois avec l'extérieur du corps et avec les organes de la respiration, l'action qu'il exerce sur les organes et les fonctions de la circulation est très-prompte et très-énergique.

La circulation du sang est notablement accélérée d'abord ; puis, sous l'influence de l'action stupéfiante du gaz carbonique sur l'encéphale et le système nerveux, les mouvements du cœur se ralentissent, les pulsations de-

viennent de plus en plus rares et faibles ; il y a anesthésie, asphyxie ; le cœur est paralysé, il cesse de battre.

Seguin a constaté, dans une expérience, faite sur lui-même, d'inhalation de gaz acide carbonique pur, que son pouls, battant 73 pulsations au commencement de l'expérience, s'est élevé, après quelques minutes, à 117 pulsations.

Nous parlerons plus en détail de l'action produite par le gaz acide carbonique sur les organes et les fonctions de la circulation et de l'innervation, dans le chapitre spécialement consacré à l'étude des phénomènes de l'anesthésie et de l'asphyxie.

Le sang, mis en contact avec le gaz carbonique, éprouve, dans ses propriétés vitales ainsi que dans sa composition chimique, des modifications importantes. Il se surcharge de carbone, il prend une couleur noire et produit sur les divers organes qu'il traverse une excitation marquée.

Le sang témoigne, par ses changements de couleur, combien est grande sa sensibilité pour les gaz qu'il absorbe. L'air atmosphérique et l'oxygène le rendent vermeil, rutilant ; l'acide carbonique le fait passer au rouge foncé, ou, comme l'on dit, au *noir*. Quand il est devenu noir par l'action de l'acide carbonique, on peut le faire redevenir rutilant en l'agitant avec du gaz oxygène ; il laisse alors dégager de l'acide carbonique.

Ce n'est qu'à l'état artériel et de couleur vermeille que le sang peut entretenir la vie ; toute cause qui l'empêche de s'artérialiser dans les poumons entraîne l'asphyxie et la mort, qui a lieu, comme l'a fait voir Bichat, par suite de la paralysie des fonctions du cerveau et du système nerveux.

L'influence du sang sur les fonctions du système ner-

veux est une influence du premier ordre, surtout chez les animaux à sang chaud. Les animaux à sang froid peuvent encore se mouvoir, et leurs diverses fonctions peuvent s'exercer encore pendant un temps plus ou moins long, après l'excision du cœur, par exemple; tandis que les mammifères, dont le système nerveux central ne reçoit plus de sang, sont promptement frappés de mort.

Le sang et aussi le sérum absorbent plus que leur volume de gaz acide carbonique. Une petite quantité seulement de l'acide absorbé se dégage par l'effet de la chaleur, ou de la diminution de la pression atmosphérique; mais on peut le chasser en agitant le sang avec un autre gaz, par exemple avec de l'air atmosphérique, de l'azote, de l'hydrogène, ou en le faisant traverser par un courant de ces gaz.

Le sang battu peut absorber une fois et demie son volume d'acide carbonique et environ les 15 centièmes seulement de son volume d'oxygène. Quant à l'azote, il paraît qu'il n'est pas plus soluble dans le sang que dans l'eau. (*Lehmann.*)

L'action du sérum sur l'acide carbonique est une action dissolvante, en même temps qu'une action chimique, due surtout à la présence des phosphates et des carbonates ; la quantité totale de gaz absorbée est une fois et demie égale à celle qu'absorberait l'eau pure dans les mêmes circonstances (1).

La dissolution du gaz carbonique dans le sang rend celui-ci plus fluide.

L'acide carbonique retarde aussi la coagulation du sang ;

(1) M. Fernet, *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1858, p. 620.

de là vient que, dans les cyanoses, les inflammations et dans les cas d'asphyxie, le sang se coagule très-lentement.

On ignore pour quelle raison le sang ne se coagule pas dans les cadavres des personnes frappées de la foudre, de celles qui sont mortes par strangulation, par asphyxie, ou qui ont succombé à des poisons narcotiques, tandis qu'il se fige très-rapidement dans le cadavre des pestiférés ou de ceux qui ont été mordus par les vipères. (*Lehmann.*)

Le sang d'un animal asphyxié par le gaz ou anesthésié résiste à la combustion lente et à la putréfaction plus longtemps que le sang non anesthésié du même animal. (***M. Ed. Robin.***)

Toujours, quand on abandonne à l'air les animaux morts par anesthésie, ceux-ci s'y conservent un temps notablement plus long que ceux dont la mort a eu lieu d'une autre manière (1).

La dose de substance anesthésique qui pénètre par inspiration pendant la vie, en assez grande quantité pour déterminer la mort, s'oppose assez fortement à la combustion lente, pour conserver d'une manière notable l'animal après sa mort.

(1) Le pouvoir conservateur que les anesthésiques exercent sur le cadavre des animaux qui les ont pris pendant la vie pourrait, sans aucun doute, être utilisé dans la conservation de la volaille, du poisson et de la chair de boucherie.

On les tuerait par les inhalations anesthésiques... Si l'action était convenablement ménagée, la chair des animaux serait notablement plus tendre ; le sang devenu plus fluide s'infiltrerait ; et, comme par la mort ainsi déterminée il devient un dissolvant des chairs, leur ramollissement s'effectuerait. (***M. Ed. Robin.***)

Des injections d'acide carbonique dans les artères et dans les veines d'animaux vivants.

L'acide carbonique, injecté dans le système veineux et dissous dans le sang, empêche pendant quelque temps ce liquide de reprendre dans le système capillaire du poumon la couleur vermeille propre au sang artériel.

Le sang veineux injecté dans les artères d'un animal vivant, ainsi que le sang artériel chargé de gaz carbonique, ont la propriété de déterminer immédiatement une paralysie des nerfs du mouvement et du sentiment. (*Bichat.*)

De curieuses expériences, dues au génie de Bichat, ont démontré (1) que le sang veineux injecté dans une artère paralysait le membre où se distribue ce vaisseau, et qu'injecté dans la carotide il suspendait l'action du cerveau, déterminant ainsi l'arrêt de la sensibilité générale. La différence de composition du sang noir et du sang rouge rend compte de ce résultat; et cette différence n'est autre qu'un excès de carbone ou d'acide carbonique qui paralyse l'influx nerveux.

Injection de sang noir dans l'artère crurale; — anesthésie de la cuisse correspondante.

« Le contact du sang noir sur ces organes eux-mêmes y anéantit leur action. Injectez en effet, dans l'artère crurale d'un animal, cette espèce de sang pris dans une de ses veines, vous verrez bientôt ses mouvements s'affaiblir d'une manière sensible, quelquefois même une paralysie

(1) Bichat, *Recherches physiologiques sur la vie et la mort*, 4e édition, 1822, p. 370.

momentanée survenir. On doit observer que, dans cette expérience, c'est à la partie la plus supérieure de l'artère qu'il faut injecter le fluide, lequel doit être poussé en assez grande abondance. Si on ouvrait le vaisseau à sa partie moyenne, les muscles de la cuisse, recevant presque tous du sang rouge, continueraient, sans nulle altération, leurs mouvements divers. Cela m'est arrivé dans deux ou trois circonstances.

« Il y a aussi dans cette expérience une suspension manifeste du sentiment, laquelle arrive quelquefois plus tard que celle du mouvement, mais qui est toujours réelle, surtout si on a le soin de répéter trois à quatre fois l'injection du sang noir.

« On produit un effet analogue, mais plus tardif et plus difficile, en adaptant à la canule placée dans la crurale un tube déjà fixé dans la carotide d'un autre animal, dont la trachée-artère est ensuite fermée de manière que son cœur pousse du sang noir dans la cuisse du premier. »

Injection de sang veineux dans l'artère carotide; — anesthésie générale.

« Coupez sur un chien la trachée-artère ; bouchez-la ensuite hermétiquement, au bout de deux minutes le sang coule noir dans le système à sang rouge. Si vous ouvrez ensuite la carotide et que vous receviez dans une seringue celui qui jaillit par l'ouverture, pour le pousser au cerveau d'un autre animal, celui-ci tombe bientôt avec une respiration entrecoupée, quelquefois avec des cris plaintifs, et la mort ne tarde pas à survenir.

« J'ai fait, continue Bichat, une expérience analogue à celle-ci et qui donne cependant un résultat différent. Elle

12.

nécessite deux chiens et consiste : 1° à adapter un robinet à la trachée-artère du premier, et l'extrémité d'un tube d'argent à sa carotide ; 2° à fixer l'autre extrémité de ce tube dans la carotide du second, du côté qui correspond au cerveau ; 3° à lier chaque artère du côté opposé à celui où le tube est engagé, pour arrêter l'hémorragie ; 4° à laisser un instant le cœur de l'un de ces chiens pousser du sang noir au cerveau de l'autre ; 5° à fermer le robinet et à faire ainsi succéder du sang noir à celui qui coulait d'abord. Au bout de ce temps, le chien qui reçoit le fluide est étourdi, s'agite, laisse tomber sa tête, perd l'usage de ses sens externes, etc. ; mais ces phénomènes sont plus tardifs à se déclarer que quand on injecte du sang noir dans le système veineux ou artériel. Si on cesse la transfusion, l'animal peut se ranimer, vivre même après que les symptômes de l'asphyxie se sont dissipés.

« Je fais observer que, pour cette expérience, il faut que le chien dont la carotide pousse le sang noir soit vigoureux et même plus gros que l'autre, parce que l'impulsion est diminuée à mesure que le cœur se pénètre de sang noir, et que le tube ralentit d'autant le mouvement, quoique, cependant, ce mouvement soit très-sensible, et qu'une pulsation manifeste indique au-dessus du tube l'influence du cœur de l'un sur l'artère de l'autre (1). »

Nysten a injecté du gaz carbonique dans les artères et les veines d'animaux vivants. Voici les résultats de ses expériences :

« Le gaz carbonique peut, en raison de sa solubilité, être injecté, en assez grande quantité, dans le système

(1) Bichat, *Recherches physiologiques sur la vie et la mort*, p. 370.

vasculaire des animaux vivants, sans arrêter la circulation. Il n'agit pas, dans ce cas, primitivement sur le cerveau, et, lorsqu'on en injecte beaucoup plus que le sang de l'oreillette et du ventricule pulmonaires ne peut en dissoudre, il détermine la distension de ces parties et la mort. Il faut, pour faire périr de cette manière un chien de moyenne taille, injecter à la fois 100 à 120 centimètres cubes de gaz, et faire un certain nombre de ces injections. La distension du cœur a lieu plus difficilement encore par le gaz acide carbonique que par le gaz protoxyde d'azote, sans doute parce que le premier de ces gaz est plus soluble que le dernier. Si l'on fait cesser la distension du cœur, dès que l'animal ne donne plus de signes de vie, en ouvrant rapidement une grosse veine on le rappelle à la vie, ce qui prouve évidemment que le gaz acide carbonique n'agit ici que d'une manière purement mécanique.

« Si l'on fait les injections avec ménagement et de manière à éviter la distension du cœur, on peut injecter jusqu'à 1,000 centimètres cubes, sans donner lieu à aucun accident primitif grave ; et il ne résulte même de la présence d'une aussi grande dose d'acide carbonique dans le sang d'autre phénomène consécutif notable qu'une faiblesse musculaire, qui cesse au bout de quelques jours. Ainsi le gaz acide carbonique n'occasionne pas cette lésion des organes respiratoires que déterminent consécutivement les injections d'air atmosphérique et de gaz oxygène, ce qui provient sans doute encore de la solubilité du gaz acide carbonique dans le sang.

« Les injections du gaz acide carbonique dans le système veineux influent d'une manière marquée sur la coloration du sang artériel, qui prend momentanément une couleur brune.

« Le gaz carbonique peut être injecté en petite quantité dans l'artère carotide des animaux vivants, sans produire aucun effet sensible sur les fonctions cérébrales; mais, si l'on injecte à la fois une quantité considérable de ce gaz, on détermine l'apoplexie et la mort. »

Les conclusions tirées par Nysten des expériences qui précèdent ont été sérieusement critiquées par Collard de Martigny.

« Nysten a failli, dit-il, par le mode d'expérience qu'il a mis en usage. En effet, si, à son exemple, on injecte de l'acide carbonique dans les veines, ou bien on l'injectera brusquement et en grande quantité, alors il cause la mort par la distension des cavités du cœur; ou bien il est introduit dans le système vasculaire graduellement et avec précaution. Or, dans ce cas, le gaz, d'abord dissous par le sang, circule avec ce fluide jusqu'aux poumons : mais là il s'échappe en grande partie à travers les pores de cet émonctoire de la circulation ; de sorte que l'on peut ainsi faire impunément passer des quantités énormes de gaz dans les vaisseaux, car l'acide carbonique n'est sensiblement délétère qu'à une certaine dose, et le sang n'en contiendra jamais que très-peu. On se convaincra de la validité de ce raisonnement, pour arguer d'erreur les recherches et les conclusions de Nysten, par l'expérience suivante :

« Qu'à une température constante on analyse l'air normalement expiré par un gros lapin et reçu dans une vessie ; qu'on détermine la proportion d'acide carbonique qui s'y rencontre : si ensuite on injecte de l'acide carbonique dans la jugulaire de l'animal et si on recueille l'air expiré pendant la durée de l'injection, après l'avoir ramené à la même température que l'autre, on y démontrera, par la potasse caustique, une quantité d'acide car-

bonique gazeux d'autant plus considérable comparativement qu'on en aura injecté davantage.

« Ce mode d'expulsion des substances étrangères gazeuses ou vaporisables introduites dans les vaisseaux a déjà été prouvé par les expériences de Nysten lui-même, par celles de Magendie et de M. Ségalas sur l'injection veineuse du phosphore, de l'alcool et de l'ammoniaque.

« La même explication rend compte de l'immunité de la bière, des vins mousseux et des boissons gazeuses acidules, qui, ordinairement, pris en petite quantité, ne contiennent pas assez d'acide carbonique, et dont l'application est trop peu soutenue pour qu'ils puissent causer des accidents funestes.

« Il est néanmoins constant que, dans certains cas, ces boissons développent des phénomènes qu'on ne saurait attribuer qu'à la présence de l'acide carbonique.

« Bichat et Nysten se sont donc trompés, ajoute en terminant Collard de Martigny, en avançant que l'acide carbonique n'est mortel que parce qu'il est privé d'oxygène libre (1). »

On doit à M. Claude Bernard plusieurs expériences sur le même sujet; cet éminent physiologiste a, par ce moyen, éclairci plusieurs questions, mais d'autres sont encore restées dans l'ombre. D'après lui, l'acide carbonique pourrait être injecté sans inconvénient soit dans les veines, soit dans les artères. Le premier mode opératoire peut laisser quelque doute, le gaz carboné pouvant être expulsé du sang veineux, quand il traverse le poumon pendant

(1) Collard de Martigny, *Archives générales de médecine*, 1827.

l'acte de l'hématose, mais le second moyen paraît amener à un résultat plus précis.

Voici les détails de l'expérience :

« Sur ce chien de moyenne taille, nous découvrons la veine jugulaire ; et, après avoir lié le bout supérieur pour n'être pas gênés par l'afflux du sang, nous injectons vers le cœur environ 32 centimètres cubes d'acide carbonique. L'animal en est assez peu incommodé pour qu'immédiatement nous puissions répéter cette injection en la poussant cette fois dans le système artériel. Par une ouverture faite à l'artère carotide, nous introduisons un tube long et mince qui nous permet d'arriver jusque dans l'aorte. Nous poussons maintenant par l'extrémité l'injection de gaz dans ce tube muni d'un robinet. Vous voyez que l'animal n'en paraît pas souffrir, et que, rendu à la liberté, il n'a rien perdu de sa vivacité première. »

Malgré tout le mérite de cette expérience, fait observer M. Ozanam, on ne peut s'empêcher de croire qu'elle n'a n'a pas été poussée assez loin. 32 centimètres cubes sont probablement insuffisants pour influencer l'ensemble de la circulation, et il faut sans doute que le sang ait subi déjà une sorte de saturation pour que les phénomènes propres au gaz carboné se manifestent.

« Nous avons injecté dans les veines d'un chien un mélange de sucre et de levûre de bière. Rien ne s'oppose ici à l'action que ces deux substances exercent l'une sur l'autre; mais, au bout d'un certain temps, l'animal présente les phénomènes d'une maladie grave ; il en résulte une espèce de décomposition du sang qui devient noir, visqueux; toutes les muqueuses et, en particulier, celles de l'intestin grêle sont rouges et laissent suinter le sang. Il survient des diarrhées sanguinolentes qui amènent la

mort avec des symptômes plus ou moins analogues aux accidents typhoïques (1). »

M. Brown-Séquard a fait des recherches fort intéressantes sur les propriétés physiologiques du sang chargé d'oxygène et du sang chargé d'acide carbonique; en voici les résultats :

« J'ai trouvé (2), dit-il, que le sang veineux et le sang artériel ne diffèrent l'un de l'autre, à cet égard, que par les quantités d'oxygène et d'acide carbonique qu'ils contiennent : tous deux peuvent tuer, si on les a chargés d'acide carbonique; tous deux peuvent ne produire aucun trouble sérieux, s'ils sont chargés d'oxygène. Des expériences nombreuses m'ont conduit aux conclusions suivantes :

« 1° Tout sang de vertébré, artériel ou veineux, provenant d'un animal de l'une quelconque des quatre classes, et chargé d'oxygène en quantité suffisante pour être rutilant, peut être injecté sans danger dans les veines d'un animal vertébré de l'une des quatre classes, pourvu que la quantité de sang injectée ne soit pas trop considérable.

« 2° Tout sang de vertébré, artériel ou veineux, suffisamment chargé d'acide carbonique pour être noirâtre, ne peut être injecté dans les veines d'un vertébré à sang chaud (mammifère ou oiseau), sans produire des phénomènes d'asphyxie et le plus souvent la mort, après des convulsions violentes, pourvu que la quantité de sang injectée ne soit pas au-dessous d'un cinq-centième du poids

(1) M. Claude Bernard, *Leçons de physiologie*, tome I, p. 238.

(2) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1857, page 815.

de l'animal et pourvu aussi que l'injection ne soit pas faite trop lentement.

« Il peut arriver dans ces expériences, surtout quand on opère sur des oiseaux, que des troubles considérables de la respiration et de la circulation, et la mort même, surviennent tout à coup, quand on injecte le sang avec trop de force ou en trop grande quantité ; mais cela s'observe aussi souvent quand on transfuse à un animal de son propre sang, ou lorsqu'on emploie du sang d'un individu d'une espèce éloignée.

« Quand, au lieu d'employer du sang chargé d'oxygène, on fait usage de sang chargé d'acide carbonique, on détermine la mort après les phénomènes si bien décrits par MM. Prevost et Dumas, et ensuite par Diffenbach, par M. Rayer, par M. Bischoff, etc. Quelle est alors la cause de la mort? Nous croyons qu'elle dépend de l'action toxique de l'acide carbonique. On trouve que la mort est d'autant plus rapide et les phénomènes convulsifs d'autant plus énergiques, que la quantité d'acide carbonique que le sang injecté contient est plus considérable.

« Si l'injection est faite avec une excessive lenteur, de manière que l'animal ait le temps d'exhaler par ses poumons l'excès d'acide carbonique qui lui arrive, la mort n'a pas lieu. D'un autre côté, si d'une certaine quantité d'un sang dont une partie vient de déterminer la mort d'un animal on chasse l'acide carbonique en le remplaçant par de l'oxygène, on trouve que ce sang n'a plus de propriétés toxiques. J'ajouterai que l'on peut quelquefois, en pratiquant l'insufflation pulmonaire pendant et quelque temps après une injection de sang chargé d'acide carbonique, faire revenir à la vie des animaux qui ont eu des

convulsions suivies d'une résolution complète par suite de l'injection.

« Quand on compare les phénomènes d'une asphyxie complète à ceux qui se montrent si vite après une injection de sang chargé d'acide carbonique, on trouve qu'ils sont absolument semblables les uns aux autres, avec cette seule différence qu'ils sont plus violents dans la transfusion que dans l'asphyxie. Il semble, dans les deux cas, que les phénomènes en question dépendent d'un empoisonnement par l'acide carbonique.

Conclusions. « 1° Le sang d'un animal vertébré d'une espèce n'est pas un poison pour des vertébrés même d'espèces très-éloignées.

« 2° L'action toxique du sang d'un animal, injecté dans les vaisseaux d'un individu d'une autre espèce, dépend principalement, quand elle existe, de la présence de l'acide carbonique en quantité suffisamment considérable. »

Injections du gaz acide carbonique dans le tissu cellulaire.

Il résulte d'une série d'expériences entreprises sur ce sujet, par MM. Leconte et Demarquay (1),

1° Que l'air, l'azote, l'oxygène, l'acide carbonique et l'hydrogène ne produisent aucun effet nuisible lorsqu'ils sont introduits dans le tissu cellulaire sous-cutané ou dans le péritoine ;

2° Que tous ces gaz sont résorbés après un temps plus ou moins long et avec une rapidité qui varie depuis quarante-cinq minutes (acide carbonique) jusqu'à plusieurs

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences,* 1858, page 632.

semaines (azote); la rapidité de résorption s'est toujours présentée dans l'ordre suivant : acide carbonique, oxygène, hydrogène, air et azote ;

3° Qu'un gaz quelconque, injecté dans le tissu cellulaire ou dans le péritoine, détermine constamment une exhalation du gaz que renferment le sang et les tissus.

CHAPITRE VI.

ACTION PHYSIOLOGIQUE DU GAZ ACIDE CARBONIQUE SUR LES ORGANES ET LES FONCTIONS DE LA RESPIRATION.

Les organes de la respiration sont ceux qui éprouvent le plus énergiquement et le plus promptement les effets de l'acide carbonique.

Si vous placez un oiseau ou un petit animal mammifère sous un bocal rempli de gaz carbonique, vous le verrez, après peu d'instants, tomber comme mort. — Si l'oiseau n'est pas resté pendant trop longtemps asphyxié, il reviendra à la vie au bout de quelques minutes d'exposition au grand air. En lui frottant le bec avec un peu d'ammoniaque, vous pourrez accélérer son retour à la vie.

Le gaz carbonique pur est irrespirable ; il irrite le larynx et détermine l'occlusion convulsive et involontaire de la glotte. Dès les premiers essais d'inspiration, des contractions douloureuses de ces organes empêchent l'introduction du gaz dans les voies aériennes. La respiration est momentanément suspendue ; le gaz ne peut donc parvenir

de cette manière dans les poumons. L'asphyxie a lieu promptement et présente des phénomènes analogues à ceux que produirait la suffocation déterminée par la strangulation ou par toute autre cause mécanique; c'est absolument de même que si l'individu était plongé dans l'eau, pendu, etc. Mais, si le gaz carbonique est mélangé à une proportion peu considérable d'air atmosphérique, alors le mélange peut très-bien être respiré.

L'air qui ne contiendrait même que 40 pour 100 de gaz carbonique est irrespirable.

Si l'on inspire de l'air riche en acide carbonique, mais cependant encore respirable, l'absorption de l'oxygène se ralentit; en même temps l'exhalation de l'acide carbonique diminue, tandis que celle de l'azote augmente un peu.

Quand la proportion d'acide carbonique est trop forte, la poitrine est très-fortement oppressée, il y a une toux suffocante et convulsive.

Dans une atmosphère contenant 5 à 6 pour 100 d'acide carbonique produit par les effets de la respiration ou de la combustion, la flamme d'une bougie s'éteint; la vie peut continuer, mais la respiration est pénible et les animaux à sang chaud sont déjà en proie à un malaise profond. (*M. Leblanc.*)

Les analyses d'atmosphères artificielles tendent à établir que la dose d'acide carbonique pur qu'un homme pourrait supporter, sans succomber immédiatement, est assez considérable, à en juger sur les effets observés sur les animaux.

La vie d'un chien peut se prolonger quelques instants dans une atmosphère contenant 30 pour 100 d'acide carbonique et 70 pour 100 d'air ordinaire, le gaz renfermant encore 16 pour 100 d'oxygène.

L'air recueilli au moment où le chien allait expirer contenait 304,4 d'acide carbonique sur 1,000 d'air. (*M. Leblanc.*)

On a eu plusieurs fois l'occasion de reconnaître, dans les mines, que des ouvriers ont pu vivre dans une atmosphère où la combustion ne pouvait se soutenir; mais il y a un danger grave à séjourner dans un tel milieu.

Dans la mine de Poullaouen, les ouvriers travaillent dans des atmosphères qui contiennent 4 à 5 pour 100 d'acide carbonique et seulement 14 à 15 pour 100 d'oxygène; les lampes s'éteignent souvent dans cet air. (*M. Leblanc.*)

J'ai vu quelquefois, dit Graefe, § 148, mais rarement, des personnes qui ont pu respirer un mélange d'air atmosphérique et de gaz carbonique contenant 8 pour 100 de ce dernier, sans en éprouver quelque inconvénient, quoique ce mélange, suivant Braid (1), détermine souvent le délire, la fureur, le coma et la catalepsie.

Le gaz carbonique, lorsqu'il est étendu avec une grande quantité d'air, pénètre dans l'intérieur du poumon, et même jusque dans les cellules pulmonaires.

Mais, dans ce cas, le gaz n'agit pas seulement sur le poumon, son action se fait sentir avec une grande rapidité sur le système nerveux.

Séguin (2) a essayé de respirer le gaz carbonique mélangé à l'air atmosphérique dans des proportions variées: « 1/13 de ce gaz, mêlé à l'air, produit peu d'effet; avec 1/10 ce mélange picote les poumons et cause un resserre-

(1) Braid in Christison, page 836.

(2) Mémoire lu en 1792, à l'Académie des sciences, *Annales de chimie*, LXXXIX, xxxix, p. 251.

ment de la poitrine; 1/5 ou 1/4 détermine l'asphyxie ; » lui-même a subi cet accident, et alors on observa que son pouls s'était élevé de 73 à 137 pulsations, et qu'il retomba à 98 quand il fut exposé à l'air libre.

L'audacieux et infortuné Pilatre de Rozier avait aussi tenté une expérience à peu près semblable; il se fit descendre, par des cordes attachées à ses épaules, dans une atmosphère d'acide carbonique exhalé par la fermentation de la bière; bientôt un picotement le force à fermer les yeux; il éprouve des vertiges, des bourdonnements d'oreilles; un étouffement et une suffocation violents; son visage devient bleu, pourpre, etc.

Attumonelli (1), qui a essayé à respirer, pendant quelques secondes, les vapeurs qui s'exhalent du sol chaud de la grotte du Chien, et qui le reconnut à la hauteur de 7 à 8 pouces seulement, dit avoir ressenti la plus violente irritation :

« Les larmes, dit-il, coulaient abondamment de mes yeux, et une chaleur mordicante se faisait sentir au visage, même lorsque je tenais la tête dans la vapeur sans respirer. » Il a vu que le chien, plongé dans cette mofette, éprouve d'abord seulement une sorte de resserrement du poumon; la respiration devient ensuite gênée; le sang se porte à la tête, les yeux sont chargés et à demi ouverts, l'abdomen très-tendu; enfin, après six ou sept minutes, il reste immobile et roide; mais, quoique mort en apparence, il peut, si l'on ne le laisse pas trop longtemps dans le gaz, être rappelé à la vie. Il a conclu de ces observations que le gaz acide carbonique n'agit pas seulement

(1) *Mémoire sur les eaux minérales de Naples*, Paris, 1804, in-8°.

d'une manière négative, mais en irritant fortement le cerveau et les nerfs.

Dans l'échelle zoologique, les oiseaux sont le plus rapidement asphyxiés par le gaz carbonique, parce que leurs organes respiratoires ont proportionnellement un développement beaucoup plus considérable que ceux des mammifères et des autres animaux.

Nous avons remarqué, à Neyrac (Ardèche), un grand nombre de petits oiseaux qui tombaient asphyxiés, en passant au-dessus de l'ouverture d'un puits peu profond duquel se dégage spontanément du gaz carbonique.

Les mammifères résistent à l'action du gaz carbonique trois fois plus longtemps que les oiseaux; les sauriens, les batraciens et les mollusques surtout y vivent pendant plusieurs heures.

Enfin les insectes résistent pendant un temps considérable. Nous avons vu souvent vivre, pendant plusieurs jours, des larves de *teignes* du blé, *tinea granella*, sous une couche de plusieurs décimètres d'épaisseur d'un mélange de gaz carbonique et d'air atmosphérique dans lequel la bougie s'éteignait instantanément (1).

L'acide carbonique exerce son action non-seulement sur l'homme et les mammifères, mais aussi sur les poissons, qui meurent rapidement dans de l'eau qui contient les trois quarts de son volume d'acide carbonique. Les grenouilles ne peuvent supporter ce mélange plus de dix à douze minutes (2).

D'après les expériences de Humboldt et Provençal, des poissons dorés vécurent une heure et quarante minutes

(1) M. Herpin, *Mémoire sur la destruction de l'alucite*.
(2) Orfila, *Toxicologie*, tome I.

dans de l'eau bouillie; peu de minutes suffirent pour causer la mort de ces animaux dans de l'eau chargée d'acide carbonique et dans le gaz acide carbonique, tandis qu'ils ne moururent qu'au bout de cinq heures dans les gaz azote et hydrogène, où leurs opercules se ferment.

Biot a vu des blaps et des ténébrions vivre, pendant huit jours, sous une cloche où l'air était raréfié et n'avait qu'une tension de 1 à 2 millimètres. Schrœder van der Kolk s'est assuré que les larves de taons vivent longtemps dans le gaz irrespirable. Les larves de quelques insectes vivent dans des matières végétales et animales en putréfaction, et paraissent avoir peu besoin de gaz oxygène libre, quoiqu'on ne connaisse aucun insecte qui ne possède pas un système de trachées, et qui, par conséquent, ne contienne de l'air dans son corps. Berzélius a vu des larves vivre dans des sources qui contenaient de l'oxyde ferreux et un peu de gaz sulfite hydrique. Les sangsues paraissent vivre longtemps sans que l'eau se renouvelle. Suivant Tiedmann, les holothuries meurent en un jour dans l'eau de mer qu'on ne change pas. Les entozoaires semblent, d'après leur séjour dans des êtres vivants, n'avoir pas besoin de respiration, et en général celle-ci ne paraît pas être essentiellement nécessaire à la vie des animaux les plus inférieurs (1).

Il résulte de diverses expériences faites dans la grotte de Pyrmont, ou dans la grotte du Chien, près de Naples, que la mort survient, terme moyen, chez les poules après une minute ;

Chez les chiens et les chats, après deux ou trois minutes ; chez les lézards, les serpents, les grenouilles, après six à

(1) Muller, *Physiologie*.

douze minutes seulement, quelquefois même plus tard encore.

Des limaces de jardin, qui, après un séjour de dix-huit heures dans la grotte, étaient dans un état de mort apparente, ont recouvré la vie en les exposant à l'air.

Enfin des larves d'alucite, teigne de blés, des vers de farine, après être restés pendant huit jours dans le gaz, étaient encore vivants.

M. Pasteur a communiqué à l'Académie des sciences une observation très-curieuse d'infusoires qui vivent très-bien dans l'acide carbonique, et qui, au contraire de la plupart des autres êtres organiques, périssent au contact de l'air atmosphérique.

« Dans la fermentation appelée *lactique*, il se forme, entre autres corps, de l'acide butyrique ; et le ferment butyrique n'est autre qu'un animalcule infusoire en forme de baguettes cylindriques composées de trois ou quatre articles ayant chacun de 0 millim. 002 à 0 millim. 02. On peut semer ces infusoires comme on sèmerait de la levûre de bière; ils se multiplient si le milieu est approprié à leur nourriture.

« L'existence d'infusoires possédant le caractère des ferments est déjà un fait qui semble bien digne d'attention; mais une particularité singulière qui l'accompagne, c'est que ces animalcules infusoires vivent et se multiplient à l'infini sans qu'il soit nécessaire de leur fournir la plus petite quantité d'air ou d'oxygène libre.

« Non-seulement ces infusoires vivent sans air, mais l'air les tue. Que l'on fasse passer dans la liqueur où ils se multiplient un courant d'acide carbonique pur pendant un temps quelconque, leur vie et leur reproduction n'en sont aucunement affectées. Si, au contraire, dans des

conditions exactement pareilles, on substitue au courant d'acide carbonique un courant d'air atmosphérique pendant une ou deux heures seulement, tous périssent, et la fermentation butyrique liée à leur existence est aussitôt arrêtée.

« Nous arrivons donc à cette double proposition :

« 1° *Le ferment butyrique est un infusoire;*

« 2° *Cet infusoire vit sans gaz oxygène libre.*

« C'est le premier exemple connu de ferments animaux, et aussi d'animaux variant sans gaz oxygène libre (1). »

Dans les expériences faites sur des animaux dans les grottes de Pyrmont et de Naples, par Andrewski, Steinmetz, Graefe, on a remarqué généralement sur les cadavres de tous les animaux asphyxiés que les yeux sont brillants, les pupilles très-dilatées, quelquefois si fortement que l'on ne peut plus apercevoir que le bord de l'iris. La langue ainsi que la muqueuse de la bouche ont une teinte violacée; la glotte n'est jamais fermée, pas même lorsqu'on l'examine aussitôt après la mort. Les parois du pharynx et de la trachée-artère sont quelquefois légèrement rouges, mais souvent elles ne le sont pas du tout. Le plus ordinairement les poumons sont déprimés et ne remplissent pas la cavité de la poitrine : leur teinte diffère rarement de celle qu'ils ont à l'état normal; cependant elle est quelquefois d'une couleur rouge cramoisi.

Presque toujours le cœur ne contient qu'une petite quantité de sang qui est partagée à peu près également dans les deux ventricules. Les membranes du cerveau

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, année 1861, tome 52, page 345.

sont toujours un peu rougies ; le système vasculaire du tissu cérébral était rarement engorgé de sang. Sur le canal intestinal on trouve souvent des taches rouges et parfois sugillées. Le tissu des reins de presque tous les animaux asphyxiés par le gaz contient beaucoup de sang ; la vessie est souvent encore pleine d'urine, malgré que d'abondantes excrétions ont eu lieu. Enfin les fibres musculaires sont ordinairement d'un rouge très-foncé.

Suivant Orfila, les cadavres des individus morts asphyxiés par le gaz carbonique ou par le gaz oxyde de carbone conservent proportionnellement leur chaleur animale plus longtemps; le corps est, en général, un peu gonflé, et il présente, en plusieurs endroits, des taches bleues; le visage est toujours enflé ; le teint ordinairement rouge, mais cependant quelquefois il est pâle. Les yeux sont brillants; la langue est tuméfiée, la luette a une couleur foncée; le tissu des poumons est comme gonflé; les veines du cerveau et des poumons sont engorgées par un sang noir liquide, mais les artères sont vides.

Le degré de susceptibilité, ou d'impressionnabilité par le gaz carbonique, varie beaucoup suivant les individus.

Il est arrivé souvent que plusieurs personnes étant descendues dans des puits contenant du gaz carbonique, les unes ont éprouvé presque instantanément des symptômes d'asphyxie, tandis que d'autres ont pu respirer pendant quelque temps ce mélange méphitique, y résister et porter du secours à leurs compagnes.

Quoique nous ne connaissons pas la cause des diverses idiosyncrasies, il paraît que la susceptibilité ou l'aptitude à recevoir l'impression du gaz carbonique est plus grande dans le jeune âge, chez les personnes qui ont le système

nerveux plus sensible, dont les poumons ont une plus grande capacité.

Il est reconnu que le gaz carbonique agit plus énergiquement sur les enfants, sur les femmes, et généralement sur les personnes très-sensibles, que sur des hommes adultes ou des sujets torpides.

Le degré d'impressionnabilité qui est propre à diverses espèces d'animaux constate ce fait que ceux qui sont doués d'un système nerveux plus parfait et des organes respiratoires les plus développés sont aussi ceux qui ressentent le plus fortement les effets du gaz.

Pour une même espèce d'animaux, la force et la grandeur de l'individu ont une influence notable sur la résistance qu'il peut opposer à l'action mortifère du gaz.—Les petits chiens, toutes proportions gardées, meurent plus vite que les gros, et ceux qui sont déjà affaiblis par les expériences que l'on a faites sur eux meurent beaucoup plus tôt que ceux qui sont bien portants.

CHAPITRE VII.

ACTION PHYSIOLOGIQUE DU GAZ CARBONIQUE SUR LES ORGANES DES SÉCRÉTIONS, DE LA GÉNÉRATION, DE LA LOCOMOTION, ETC.

Organes des sécrétions.

Après dix ou quinze minutes d'immersion dans un bain de gaz carbonique, la chaleur du corps paraît augmenter d'intensité; la transpiration se manifeste, et le corps se couvre d'une sueur abondante qui présente les caractères chimiques de l'*acidité*.

La sécrétion urinaire est notablement augmentée, on éprouve de fréquentes envies d'uriner.

Le gaz, en donnant de l'activité au système vasculaire et nerveux, excite d'une manière puissante les divers organes des sécrétions.

Très-souvent l'impression du gaz carbonique détermine une éruption abondante des flux sanguins, des hémorroïdes, de la menstruation, le saignement de nez et quelquefois même l'hémoptysie, etc.

Nous verrons plus loin que le gaz carbonique améliore la nature des sécrétions morbides des membranes muqueuses, spécialement dans les écoulements atoniques ou purulents du conduit auditif, dans le ramollissement de la membrane pituitaire, dans la conjonctivite purulente. Il assainit et dessèche les plaies et les ulcères en suppuration et de mauvaise odeur.

Le Dr Bode l'a administré avec succès contre les flueurs blanches et les écoulements atoniques.

Organes de la génération.

L'action du gaz carbonique en bain de gaz ou en douche locale se fait sentir d'une manière énergique sur les organes de la *genération* dans les deux sexes. Cette action est excitante, aphrodisiaque. A peine a-t-on pénétré dans la couche gazeuse ou reçu l'impression de la douche, que l'on ressent une chaleur très-marquée dans la région pubienne, accompagnée bientôt d'une excitation très-évidente des organes sexuels; souvent le pénis devient turgescent. Le gland prend une coloration rouge foncée; le scrotum se rétracte fortement, la peau devient dure et plissée. D'après le témoignage de plusieurs médecins, l'usage des bains de gaz carbonique a quelquefois donné lieu à des pollutions nocturnes, même chez des personnes avancées en âge ou que leur position devait mettre à l'abri de ces accidents. (*Vogel.*)

Chez la femme, le gaz carbonique produit des effets analogues à ceux qu'il produit sur l'homme. Souvent aussi il y a turgescence, excitation voluptueuse des organes sexuels; le système utérin est fortement stimulé, les époques ordinaires de la menstruation sont avancées; l'écoulement sanguin devient plus copieux; enfin, dans les cas de retard, de dysménorrhée et même de suppression des règles, l'évacuation menstruelle est rappelée par l'usage du bain de gaz ou de la douche gazeuse locale.

L'action stimulante du gaz carbonique sur l'utérus est même si puissante, qu'elle a plusieurs fois déterminé des hémorragies utérines, l'accouchement prématuré et l'avortement.

Aussi, par cette raison, doit-on défendre l'usage des

bains et des douches locales de gaz aux dames enceintes, ou du moins user avec précaution de ce moyen et en surveiller attentivement les effets.

L'excitation particulière produite par l'application externe du gaz d'acide carbonique, en bains ou en douches locales, a été souvent mise à profit et a produit d'excellents effets dans un grand nombre de cas d'impuissance virile et de stérilité de la femme par atonie des organes.

Les vertus aphrodisiaques du gaz carbonique sont, à notre avis, pour beaucoup plus qu'on ne le croit dans la fortune et les succès de certaines eaux minérales à la mode, telles que Vichy, par exemple.

Des sensations, depuis longtemps oubliées, apparaissent de nouveau, les organes assoupis se réveillent.

On se sent revivre et rajeunir ; on se dit et l'on répète « ces eaux m'ont fortifié, » elles m'ont fait beaucoup de bien !

Organes de la locomotion.

Nous avons dit précédemment, en parlant des propriétés physiologiques générales du gaz carbonique, qu'il est un excitant énergique des muscles et de l'appareil *locomoteur*, et nous avons rapporté à ce sujet les nombreuses et intéressantes expériences faites par M. Brown-Séquard.

Lorsque l'on a pris d'une manière convenable un bain entier de gaz carbonique, ou même d'eau carbonique gazeuse, l'appareil musculaire semble avoir acquis une force et une vigueur nouvelles; on se sent plus léger, plus éveillé, mieux disposé pendant plusieurs heures.

« La chaleur produite par le bain de gaz fortifie le corps; la transpiration qui en résulte n'affaiblit point; la respiration s'exerce avec plus de facilité; cette animation

produite par le gaz n'est point une illusion des sens; car il est arrivé plusieurs fois que des malades qui avaient eu beaucoup de peine à se transporter de leur logis jusqu'à l'établissement des bains ont pu, au sortir du bain de gaz carbonique, faire de longues courses sans fatigue et même gravir des montagnes escarpées. » (*M. Kuster.*)

D'après les expériences de M. Brown-Séquard, l'acide carbonique a la propriété de provoquer les contractions des muscles et de la vie organique : c'est en s'appuyant sur ces faits que M. Scanzoni a été conduit à employer les injections de gaz carbonique dans le vagin, dans le but de déterminer les contractions de la matrice pour provoquer l'accouchement prématuré artificiel. Le succès a confirmé la prévision de l'illustre professeur (1). Voyez, dans la troisième partie, le chapitre relatif aux maladies de l'utérus.

CHAPITRE VIII.

ACTION PHYSIOLOGIQUE DU GAZ CARBONIQUE SUR LE SYSTÈME NERVEUX.

Les effets du gaz carbonique sur le système nerveux sont des plus remarquables et des plus importants.

Lorsque ce gaz est respiré plus ou moins pur ou qu'il est appliqué sur la peau ou sur un autre organe pendant un temps suffisamment prolongé, il détermine l'insensibilité locale, la perte du mouvement et du sentiment dans

(1) *Gazette hebdomadaire*, 1856, n° 19, page 334.

les parties en contact avec cet agent; mais cette action s'étend bientôt à tout l'ensemble de l'économie; il y a ralentissement, suspension des mouvements respiratoires, des battements du cœur, paralysie, anesthésie générale, mort apparente, asphyxie qui peut être suivie de mort si l'action du gaz est continuée pendant trop longtemps.

L'action du gaz carbonique sec appliqué à l'extérieur s'exerce plus particulièrement sur les nerfs sensitifs de la peau; mais cette action n'est pas de longue durée, elle n'a lieu que pendant le temps du contact de la peau avec le gaz.

Les personnes atteintes de paralysie des membres ressentent ordinairement un fourmillement, un picotement dans la partie malade exposée à l'action du gaz carbonique, une sorte de tiraillement dans les muscles paralysés; après quelques bains, la chaleur commence à se faire sentir dans le membre malade; l'intensité de la chaleur augmente de jour en jour, elle persiste après le bain; enfin la transpiration reparaît et la guérison fait de rapides progrès.

Si le gaz est mélangé avec de la vapeur d'eau, il est plus facilement absorbé et produit promptement les effets généraux dont il vient d'être question.

Nous examinerons, d'une manière spéciale, dans le chapitre prochain, les phénomènes d'anesthésie et d'asphyxie produits par le gaz carbonique.

CHAPITRE IX.

DES PHÉNOMÈNES PHYSIOLOGIQUES D'ANESTHÉSIE, DE CATALEPSIE ET D'ASPHYXIE PRODUITS PAR LE GAZ ACIDE CARBONIQUE.

Nous avons vu plus haut que l'acide carbonique, mis en contact avec divers organes ou inhalé par la respiration, produit, dans certaines circonstances, la *perte du sentiment*, l'*analgésie*, l'*anesthésie* et l'*asphyxie* (1).

(1) On appelle *analgésie* l'insensibilité des tissus pour la douleur.

L'*anesthésie* est la privation ou l'affaiblissement de la sensibilité, soit générale, soit partielle ou locale; c'est la paralysie du sentiment.

M. Beau distingue l'insensibilité au *tact* de l'insensibilité à la *douleur :*

La première empêche de recevoir les impressions des corps extérieurs, telles que la résistance, la forme, la température ; la seconde suspend les impressions douloureuses.

L'*anesthésie* s'applique surtout à la paralysie du sentiment, à la perte de la sensibilité au tact et à la douleur; mais l'*anesthésie* ou perte de la sensibilité tactile n'existe point sans l'*analgésie.*

La *paralysie* est l'abolition ou la diminution de la *motricité* volontaire ou involontaire se manifestant par la cessation des contractions des muscles de la vie animale ou de la vie organique.

On a aussi donné le nom de *paralysie* à la diminution ou à l'abolition de la sensibilité.

L'*asphyxie* est la suspension des phénomènes de la respiration, et par suite celle de fonctions cérébrales de la circulation et de toutes les autres fonctions. (*Nysten.*)

Nous allons faire connaître en détail les circonstances dans lesquelles se produisent ces divers états, les phénomènes qu'ils présentent, et les expériences curieuses et intéressantes sur les propriétés anesthésiques, etc., du gaz carbonique, faites par les savants physiologistes et les habiles expérimentateurs Bichat, Nysten, Collard de Martigny, MM. Ozanam, Claude Bernard, Flourens, Brown-Séquard, Ed. Robin, Longet, Lallemand, Perrin et Duroy, Follin, Leconte, Demarquay, etc.

Les propriétés anesthésiques du gaz carbonique, de calmer la douleur, d'engourdir et de rendre insensibles les organes auxquels on l'applique, étaient déjà connues des anciens.

Pline le Naturaliste, mort en l'année 79 de notre ère, à l'époque où les villes de Pompéia et d'Herculanum furent ensevelies sous des cendres vomies par une éruption du Vésuve, Pline nous apprend (*Histoire naturelle*, livre V, chapitre CLVIII) que « *la poudre d'un marbre d'Égypte, appelé memphitis, mélangée à du vinaigre, endort tellement les parties sur lesquelles on l'applique, que l'on peut couper et cautériser, sans que le malade éprouve aucune douleur* (*obstupescit ita corpus, nec sentit cruciatum*) (1). »

Dioscoride rappelle le même fait, et dit que cette pierre de memphitis est de la grosseur d'un talent, grasse et de couleurs variées. On la trouve près du grand Caire.

On sait que le marbre est un carbonate de chaux qui, étant pulvérisé et mis en contact avec de l'acide acétique ou tout autre acide puissant, se décompose et

(1) Lib. XXXVI, XI, 2, *Collection des auteurs latins de Nisard*, Paris, 1855.

laisse dégager en grande quantité le gaz acide carbonique qui est un de ses éléments constituants. — Voyez page 25.

On a employé, depuis la plus haute antiquité, les cataplasmes faits avec le levain, la drêche, le ferment ou la levûre de bière, etc., pour le pansement des plaies douloureuses; le docteur Ewart (de Bath), en particulier, a pu, à l'aide de ce moyen, rendre le repos et le sommeil à des malades cancéreux, en proie à d'atroces douleurs.

Toutes ces substances dégagent abondamment de l'acide carbonique, et c'est très-probablement à l'action analgésique de cet agent qu'il faut attribuer les bons effets que l'on a obtenus de ces moyens.

Plus tard, vers la fin du siècle dernier, lorsque les savants s'occupaient de l'étude des fluides aériformes, on reconnut que l'*air fixe* ou crayeux, aujourd'hui appelé gaz carbonique, avait la propriété d'assoupir la douleur.

Percival, qui, d'après le conseil de Priestley, avait administré l'*air fixe* dans un grand nombre de cas de phthisie pulmonaire, fut conduit par analogie à l'essayer (1772) dans des cas d'ulcères sordides et de cancer, où ***il modéra la douleur;*** lui-même, ayant « un aphthe ulcéré à la pointe de la langue, trouva un grand soulagement dans l'application de l'air fixe à la partie affectée, tandis que tous les autres remèdes étaient sans effet; il tint sa langue sur un mélange effervescent de potasse et de vinaigre, et, comme ce bain de vapeurs apaisait toujours la douleur et l'emportait presque à coup sûr, il y revint toutes les fois que le tourment causé par l'ulcère était plus grand qu'à l'ordinaire. »

Ingenhousz, physicien hollandais (1), fit aussi l'expérience

(1) *Miscellanea medico-physica*, page 8.

des propriétés analgésiques du gaz carbonique. — Il communiqua le fait à un savant anglais Beddoës, en disant « que le docteur Webster avait été informé de cette propriété du gaz carbonique par un Français dont il ne se rappelait plus le nom. »

Beddoës répéta sur lui-même l'expérience qui lui avait été indiquée par Ingenhousz.

Il appliqua un vésicatoire à la face dorsale du troisième doigt de sa main gauche; lorsque la douleur, due à l'action des cantharides, eut entièrement cessé, il enleva l'épiderme soulevé par le vésicatoire, et, au moment du contact de l'air, il ressentit une vive et cuisante douleur. Alors il noua autour de la racine du doigt le col d'une vessie contenant du gaz acide carbonique, et bientôt la douleur disparut.

Tant que le doigt fut maintenu dans ce gaz (une demi-heure environ), Beddoës ne s'aperçut pas que cette partie fût le siége d'aucune lésion. Lorsque le doigt fut exposé de nouveau dans l'air, la douleur cuisante reparut au bout d'une heure. Il plaça encore son doigt dans l'acide carbonique; en six minutes la douleur avait disparu. Après plusieurs heures, il enleva de nouveau la vessie, et bientôt il sentit renaître une douleur cuisante.

Cette expérience fut renouvelée sur trois autres personnes et conduisit aux mêmes résultats; quand l'épiderme dénudé était exposé à l'air libre, la douleur était cuisante; elle devenait plus vive dans le gaz oxygène et disparaissait dans le gaz acide carbonique (1).

(1) *Considerations on the medical use and on the production of facticious airs, by* Tom. Beddoës *and* James Watt, edition the second; Bristol, 1795, page 43.)

On ne se borna pas à ces expériences de laboratoire; et l'on fit, à cette époque, plusieurs applications de gaz acide carbonique à la surface d'ulcères cancéreux. Le chirurgien de Bath, John Ewart, publia même alors sur ce sujet un travail qui a pour titre : *The history of two cases of ulcerated cancer of the mamma; one of which has been cured the other much retieved by a new method of applying carbonic acid air; by* JOHN EWART. M. D. Bath, in-8°, page 62, Dilly, London, 1794. — Voyez à la troisième partie.

M. le docteur Vernière, dans un ouvrage sur les eaux minérales de Saint-Nectaire publié en 1852, écrivait, page 20 : « Le gaz carbonique stupéfie la peau et en diminue notablement la sensibilité. » Ce fait, observé par Ingenhousz, Beddoës, Percival, a été constaté par Chaptal (1).

J'ai voulu le vérifier, et à cette fin j'ai tenté l'expérience suivante :

« Je frappai mes deux mains avec une touffe d'orties, l'une à l'air libre, l'autre, depuis un moment, plongée dans l'acide carbonique. Toutes deux se couvrirent d'une éruption également intense; la main qui était à l'air atmosphérique me fit éprouver une cuisson très-vive, celle qui se trouvait dans le bain de gaz ne fut le siége d'aucune douleur.

« J'ai toujours positivement constaté, ajoute le même auteur, une diminution considérable de la sensibilité de la peau, à la fin d'un bain de plusieurs heures, dans l'eau minérale de Saint-Nectaire (qui contient beaucoup de gaz carbonique); ce résultat peut-il être attribué à une autre

(1) *Ancien Journal de médecine*, tome 63, page 492.

cause que l'action stupéfiante du gaz carbonique? Quelle autre substance contenue dans l'eau minérale serait capable de le produire? »

M. Vernière a aussi employé avec succès les bains de Saint-Nectaire, pour assoupir la douleur produite par de fortes contusions.

Le Dr E. Hickmann a proposé un moyen d'épargner aux opérés le sentiment de la douleur « par la suspension de la respiration, et probablement par l'action de quelque gaz propre à déterminer un certain degré d'asphyxie? » (Séance de l'Académie de médecine, 24 septembre 1828.)

A une époque plus rapprochée de nous, des chirurgiens célèbres, MM. Simpson, Scanzoni, Demarquay, Broca, Follin, Tourdes, etc., firent usage de l'acide carbonique dans le but d'apaiser la douleur, de calmer les souffrances, de produire l'insensibilité et l'anesthésie, pour pratiquer des opérations chirurgicales. Des savants recommandables, en tête desquels nous devons citer MM. Brown-Séquard, Ozanam, Robin, Fordos et Leconte, ont étudié avec une scrupuleuse attention les conditions les plus favorables pour obtenir ces résultats.

Avant d'aller plus loin, nous devons rapporter ici une observation fort curieuse d'anesthésie cataleptique qui a eu lieu dans la grotte de Pyrmont, dans laquelle le gaz carbonique se dégage en grande abondance.

Cette observation est d'autant plus digne d'intérêt que l'accident qui en fait l'objet a eu lien en la présence même de deux médecins.

Voici la relation qui en a été donnée par V. Graefe, l'un d'eux (1) :

(1) Gasquellen, page 292.

« Le soir du 31 août 1831, nous étions occupés, le docteur Steinmetz et moi, à faire des expériences dans le but de déterminer la nature du gaz, et les variations qu'il présente dans sa composition, suivant qu'on le prend à des hauteurs différentes. Nous avions déjà reconnu que la couche de gaz, dont la hauteur est de 60 centimètres, était composée de deux parties d'air atmosphérique et d'une de gaz carbonique; qu'à 30 centimètres au-dessus de cette première couche l'air contenait à peine 8 pour 100 de gaz carbonique.

Le gardien de la grotte, homme de la campagne et dans la force de l'âge, nous aidait dans nos opérations; il entra plusieurs fois dans la grotte pour y porter nos instruments, les y placer et les aller chercher.

Il y était entré de nouveau; mais probablement il resta baissé plus longtemps que cela n'était nécessaire, et sans cependant que sa tête plongeât dans la couche inférieure du gaz.

Ne le voyant pas revenir de suite, nous lui criâmes de se hâter; nous l'appelâmes à plusieurs reprises, mais en vain; nous étant rappochés de la grotte, nous trouvâmes notre homme penché vers la terre, les bras tendus vers le vase qu'il devait enlever, mais sans cependant le toucher; les yeux étaient fixes, la bouche entr'ouverte, les lèvres pâles; les traits n'étaient nullement changés; nous nous empressâmes de le retirer et de le sortir de la grotte, ce qui fut assez difficile, car les membres restaient dans la position qu'ils avaient prise d'abord; ils étaient comme cataleptiques. L'homme avait entièrement perdu connaissance, le pouls avait disparu; les battements de cœur étaient à peine sensibles; les pupilles, très-dilatées, ne faisaient aucun mouvement; la cornée avait un brillant ex-

traordinaire ; la respiration n'était point suspendue, mais elle était faible et rare.

Après avoir exposé le malade au grand air, desserré ses vêtements, arrosé la tête avec de l'eau, frictionné fortement la poitrine, insufflé de l'air, nous remarquâmes quelques légers mouvements convulsifs des membres, et, après une inspiration profonde, le malade parut se réveiller comme s'il sortait d'un sommeil profond. Ce furent d'abord les muscles de la face qui étaient comme glacés, qui reprirent leurs mouvements ; tout de suite après, les yeux.

Le malade, commençant à revenir, regardait autour de lui avec des yeux étonnés, et demandait avec une langue embarrassée où il était ; il répondit mal à nos questions et ne nous reconnaissait pas encore.

Lorsqu'il fut entièrement réveillé, il se plaignit d'une vive oppression dans la tête ; mais il n'éprouvait aucune douleur du côté de la poitrine. Il ne put se relever d'abord qu'avec notre assistance, et, bien que le pouls, la respiration, le teint du visage fussent revenus depuis longtemps à leur état normal, sa démarche était encore vacillante et mal assurée. La grande fatigue qu'il éprouvait se prolongea pendant la moitié de la nuit et ne fut entièrement dissipée que le lendemain.

Il est probable que cette asphyxie profonde a été favorisée par le fait que l'individu a été plus impressionnable par l'action du gaz, étant déjà entré à plusieurs reprises dans la grotte.

Cet homme, qui avait failli perdre la vie sous mes yeux, m'a donné, lorsqu'il fut parfaitement rétabli, tous les détails de ce qu'il a éprouvé pendant son accident. « Je me suis très-bien rappelé, m'a-t-il dit, de la commission que vous m'aviez donnée, et j'avais l'intention de prendre

mon instrument, posé sur la terre, dans la grotte; mais, aussitôt que je me fus baissé, je sentis une chaleur agréable pénétrer tout mon corps; je me trouvais fort à mon aise dans cet état, bien que ma tête m'ait paru un peu embarrassée.

« J'ai entendu l'appel que vous m'avez adressé; mais le son de la voix me semblait s'éloigner de moi rapidement de plus en plus; en même temps je crus entendre des sons délicieux, tels que je n'en ai jamais entendu de pareils, venant du lointain et qui s'approchaient de moi; je voyais apparaître des lumières étincelantes, magnifiques.

« La volonté que j'avais de marcher et de me diriger vers la voix qui m'appelait était comme enchaînée et retenue par une puissance incompréhensible, à laquelle, cependant, je me soumettais bien volontairement, étant déjà à moitié étourdi.

« Plus tard, je n'entendis plus la voix qui m'appelait, mais seulement des sons délicieux, accompagnés de lumières très-brillantes. Depuis ce moment, jusqu'à celui où je me suis réveillé sur le gazon, je ne me rappelle plus rien. »

Je lui ai demandé s'il se souvenait avoir éprouvé dans la poitrine, pendant cet accident, quelque oppression, quelque gêne ou une douleur quelconque; à quoi il me répondit que la perte de connaissance avait été accompagnée d'une sensation agréable et de bien-être, mais que son réveil, bien qu'il ne ressentît aucune douleur, lui avait été pourtant désagréable, surtout à cause de l'état de faiblesse où il se trouvait. »

« Il résulte de l'ensemble de l'observation que nous venons de raconter, continue Graefe, que les premiers effets du gaz ont porté exclusivement sur le cerveau et les nerfs

du sentiment, puis ensuite sur ceux du mouvement; la puissance de la volonté sur les mouvements musculaires a été d'abord enchaînée, puis suspendue; les membres, devenus incapables de mouvement et comme cataleptiques, sont restés dans la position où ils se trouvaient primitivement. Il y a eu perte absolue de connaissance; mais toutefois les fonctions de la vie organique, et particulièrement celles de la respiration, n'ont pas cessé de s'exécuter, quoique très-faiblement.

L'homme n'aurait pu rester longtemps dans la position où il se trouvait, il se serait affaissé sur lui-même, dans les couches inférieures du gaz, plus concentrées que les supérieures, et qui auraient alors exercé une action puissante sur les poumons; il n'aurait pas respiré longtemps cette atmosphère méphitique sans que l'asphyxie cataleptique, qui avait déjà lieu, fût suivie de la mort réelle, suite de suffocation et d'apoplexie. »

Hermbstaedt, traducteur allemand de la toxicologie d'Orfila, rapporte qu'étant entré lui-même dans une cave où il y avait des tonneaux de bière en fermentation, que cependant plusieurs personnes purent parcourir rapidement, quoique la lumière des bougies s'y éteignît, il éprouva, dès les premiers pas, un violent étourdissement, et qu'il tomba par terre sans connaissance, dans un état d'asphyxie profonde, qui dura pendant longtemps et qui fut suivi d'une céphalalgie intense qui persista pendant quatre heures.

Hermbstaedt ajoute : « Si l'on m'eût laissé dans cette atmosphère méphitique, je serais mort assurément d'une mort très-douce. »

A Bilbao, une douzaine de soldats renfermés dans un corps de garde furent à demi asphyxiés par les vapeurs

carboniques exhalées d'un *brasero*. Tous déclarèrent que l'état dans lequel ils s'étaient trouvés leur avait paru délicieux.

Il est assez probable que c'est à des exhalaisons de gaz carbonique que Pline le Naturaliste a dû la mort le 24 août de l'an 79, jour de l'éruption du Vésuve qui a enseveli la ville de Pompéia sous les cendres. Pline voulut aller observer par lui-même l'éruption. Après avoir parcouru les alentours du volcan, et se trouvant fatigué, il fit étendre sur la terre, dans un endroit un peu creux, un tapis sur lequel il se coucha pour se reposer; mais à peine était-il couché qu'il voulut se relever, se sentant sans doute mal à son aise, il fit de vains efforts et retomba. Ses domestiques, au lieu de lui porter du secours et de le relever, eurent peur et prirent la fuite. Le lendemain on trouva l'illustre naturaliste dans l'endroit où il s'était couché, ayant absolument l'apparence d'un homme endormi; ses traits ne présentaient aucune altération (1).

Les effets généraux du gaz carbonique sur les animaux élevés se manifestent de manières très-différentes, selon que l'action du gaz se fait sentir plus particulièrement sur les organes de la respiration ou bien sur le cerveau et les nerfs, ou enfin lorsque le gaz agit tout à la fois sur le système nerveux et sur les organes de la respiration.

Lorsque le gaz carbonique est pur ou en proportion considérable dans un mélange d'air ou d'autres gaz irrespirables, la suffocation a lieu très-promptement; elle est accompagnée de râle, de convulsions violentes; la bouche est écumeuse, la langue est souvent coupée par suite des

(1) *Lettres de Pline le Jeune à Tacite*, livre II, lettre 16.

mouvements convulsifs des mâchoires. Il survient des évacuations involontaires; les veines jugulaires sont gorgées de sang, le visage est gonflé; il y a quelquefois rupture des vaisseaux sanguins. En général, les traits de la figure et toute l'habitude du corps présentent l'expression d'une vive souffrance.

Dans ce premier cas, les secours administrés, même quelques minutes après l'accident, sont le plus ordinairement impuissants.

A l'autopsie, on trouve les poumons fortement distendus et d'une couleur violacée ; les deux cavités du cœur, surtout la droite, sont remplies de sang; les vaisseaux encéphaliques sont à peine injectés.

Mais, lorsque le gaz carbonique est mélangé avec une proportion considérable d'air atmosphérique (80 ou 90 pour 0/0 d'air), les choses se passent d'une manière bien différente; les effets anesthésiques ont lieu peu à peu sans suffocation, sans douleur, sans perturbation grave apparente; ici l'action du gaz se porte plus spécialement sur le sang, qui réagit ensuite sur le cerveau et le système nerveux; il y a une sorte d'apoplexie nerveuse et de paralysie.

Le malade éprouve d'abord des étourdissements, du vertige, qui sont bientôt suivis d'un état soporeux et comme cataleptique. Le pouls, qui d'abord était accéléré, diminue peu à peu de force et de fréquence; les battements du cœur deviennent de plus en plus faibles, la respiration rare et presque imperceptible. L'insensibilité et l'anesthésie se manifestent graduellement d'une manière plus ou moins complète; mais ici les traits du visage ne présentent aucune altération, ils conservent l'empreinte du calme et d'un sommeil profond et agréable.

Dans ce second cas, le sujet peut être rappelé facilement à la vie, même après un temps assez long de mort apparente.

A l'autopsie, lorsque l'anesthésie et l'asphyxie ont été prolongées pendant un temps suffisant pour déterminer la mort, on trouve que les vaisseaux sanguins encéphaliques sont fortement injectés; les poumons sont déprimés et flétris, légèrement rougis ; les cavités du cœur contiennent peu de sang.

On comprend, d'après ces deux ordres de faits, que les personnes et les animaux asphyxiés par le gaz acide carbonique ne présentent pas toujours les mêmes altérations cadavériques.

C'est que la nature et l'intensité de l'action du gaz varient non-seulement suivant le degré de susceptibilité des individus, mais encore suivant les circonstances dans lesquelles l'asphyxie a lieu.

Si la température est un peu élevée, si le gaz carbonique est mélangé avec une forte proportion (75 à 80 pour 100) d'air atmosphérique, si le mélange est humide, c'est-à-dire s'il contient un peu de vapeur d'eau, dans ce cas le gaz pourra être respiré pendant quelque temps ; il sera absorbé par le sang dont il modifiera les propriétés vitales. Ici l'action du gaz se portera plus spécialement sur le système nerveux ; il y aura d'abord des vertiges, des étourdissements, catalepsie, anesthésie, etc. Le trouble des fonctions des organes de la respiration ne viendra qu'après.

Dans ce dernier cas, les traits de la figure du cadavre pourront n'être aucunement altérés, et conservent l'expression du calme et du repos.

Mais il n'en est plus de même si l'irritation produite

par le gaz sur la glotte en a déterminé brusquement l'occlusion convulsive et absolue. Alors la mort a lieu par suffocation ou strangulation avec des convulsions violentes.

Dans plusieurs cas d'asphyxie réelle, la mort a pu être déterminée par le concours simultané des deux circonstances que nous venons d'indiquer, l'absorption par la respiration d'une certaine quantité de gaz carbonique étendu et la suffocation ou la strangulation produite par la fermeture involontaire et convulsive de la glotte.

Ici doivent apparaître les divers phénomènes qui sont propres à chacune des deux causes d'asphyxie qui ont déterminé la mort.

Il y a suffocation et paralysie tout à la fois; le cerveau ainsi que les poumons présentent des traces de congestion sanguine très-évidentes.

Ces distinctions sont d'autant plus importantes à noter, qu'elles peuvent être d'une grande utilité pour le traitement comme pour le pronostic de l'état des personnes asphyxiées.

En effet, on a quelquefois pu rappeler à la vie des personnes asphyxiées et à l'état de mort apparente depuis plus de deux heures, chez lesquelles il n'y avait qu'anesthésie, perte du mouvement et du sentiment et chez lesquelles l'action de l'agent toxique s'était portée spécialement sur le système nerveux.

Mais, au contraire, le rappel à la vie des personnes asphyxiées, qui ont éprouvé des crises violentes de suffocation, des convulsions, est ordinairement incertain, douteux même, bien que la durée de la suffocation n'ait été que de quelques minutes seulement; outre cela, le sang a pu s'extravaser, les vaisseaux être rompus, etc.

Le cadavre des personnes qui ont succombé à l'asphyxie

par la vapeur du charbon est gonflé; le visage a une teinte foncée, quelquefois violette. Les yeux sont brillants et rougis, le regard fixe; une écume sanguinolente sort de leur bouche; les lèvres ont une couleur noir bleu; ordinairement la langue est blessée, coupée par les mouvements convulsifs des dents et des mâchoires. Les muqueuses du palais et du pharynx sont d'un rouge cramoisi; les veines du cou sont gorgées de sang. Il y a toujours des traces d'évacuations involontaires; le corps est toujours dans une position qui n'est pas naturelle, ce qui est dû à de vains efforts pour changer de place. Enfin les traits conservent pendant longtemps, souvent jusqu'à ce que la putréfaction survienne, l'expression d'une souffrance profonde.

J'ai eu l'occasion d'examiner moi-même, dit V. Graefe, dans l'été de 1832, le cadavre d'un jeune homme qui s'est asphyxié volontairement, à ce qu'il paraît, dans la grotte de Pyrmont. Il était à moitié assis sur la terre. Sa tête était appuyée sur une de ses mains relevée, comme s'il avait voulu se garantir du contact du mur contre lequel la partie supérieure de son corps était appuyée; le corps était penché du côté droit. La position du cadavre paraît être celle que le jeune homme a dû prendre en voulant s'endormir. Les paupières étaient à demi baissées, et la cornée, qui n'était pas entièrement recouverte par la paupière, avait conservé son brillant, bien que le corps fût déjà froid comme du marbre; et même, lors de l'autopsie qui eut lieu ultérieurement, le cadavre avait l'apparence d'une personne endormie et se reposant tranquillement.

L'ouverture du cadavre du jeune homme fut faite en ma présence.

Les extrémités étaient froides; les yeux n'étaient point saillants; ils étaient presque entièrement recouverts par les paupières; la conjonctive n'était pas rouge, mais la cornée avait un brillant extraordinaire; les pupilles étaient très-dilatées, les lèvres pâles, la figure également pâle; les traits n'étaient aucunement altérés, ils n'avaient rien de cadavérique et présentaient l'apparence d'une personne endormie.

Les veines des enveloppes du cerveau, tous les vaisseaux sanguins étaient remplis d'un sang noirâtre.Le sang sortait des sinus et du tissu même de l'organe comme une sorte d'exsudation; il s'écoulait par gouttes lorsque l'on coupait transversalement la moelle épinière, pour en former des disques.

La langue était un peu gonflée, pâle; l'épiglotte était relevée, la glotte était libre; la surface interne des voies aériennes n'était pas rougie, mais elle était recouverte par une petite quantité de mucus écumeux. La capacité de la poitrine était remplie par les poumons, qui avaient, à leur partie supérieure, une teinte bleuâtre, mais la partie inférieure ne présentait pas une rougeur extraordinaire.

Les veines jugulaires contenaient beaucoup de sang, surtout dans le voisinage du cœur; il n'y en avait que très-peu dans le cœur lui-même. Dans le ventricule droit, il n'y en avait pas plus que dans le ventricule gauche.

Les intestins étaient un peu rouges; les reins avaient une couleur plus foncée qu'à l'ordinaire; la vessie, presque vide, était déprimée.

Voici le procès-verbal de l'ouverture du cadavre d'un

autre individu mort asphyxié dans la grotte de Pyrmont (1).

Les membres avaient conservé, dix heures après la mort, une grande flexibilité; le visage ainsi que la langue étaient tuméfiés, les lèvres brunies, les yeux très-saillants; la muqueuse du larynx, de la glotte, de la trachée-artère est rouge, les poumons déprimés et d'une couleur bleu foncé. En examinant le cœur, on reconnut que la moitié droite était gorgée de sang, tandis que la partie gauche était presque vide.

Les enveloppes du cerveau parurent plus chargées de sang; la substance corticale du cerveau, d'une teinte plus foncée qu'à l'ordinaire; les intestins étaient, en général, rouges et présentaient, en plusieurs endroits, des sugillations très-distinctes (2).

Le docteur Steinmetz rapporte que parmi les cadavres asphyxiés dans la grotte de Pyrmont, et qu'il a eu l'occasion d'observer, deux d'entre eux ne présentaient pas de taches sugillées; que les membres étaient d'une roideur considérable; que le sang n'avait pas une fluidité extraordinaire et qu'il paraissait même légèrement coagulé; enfin que, dans un cas, les vaisseaux du cerveau étaient fortement engorgés, et qu'ils ne l'étaient pas dans un autre.

Steinmetz et Mundhenk, médecins de Pyrmont, m'ont assuré, dit Graefe, que les cadavres d'asphyxiés dans la grotte de Pyrmont n'ont rien d'effrayant et qu'ils ressemblent à des personnes endormies; quelques-uns cependant présentent des traces de vomissement, mais cette

(1) Brandes et Krüger, *Pyrmont mineral quel.*, 1826, page 165.

(2) Graefe, page 298.

évacuation pourrait n'avoir lieu que quand l'asphyxie est déjà arrivée à un certain degré de *sopor ;* car la tête ne présente aucunement l'inclinaison que présentent, dans ces circonstances, les personnes qui ont conservé encore un peu de connaissance.

MM. Lallemand, Perrin et Duroy (1) ont entrepris une série d'expériences fort importantes, dans le but d'étudier spécialement les phénomènes d'anesthésie produits par l'inhalation du gaz carbonique.

Ces expériences ont été faites sur des chiens. « Nous nous sommes servis, disent les auteurs, d'un appareil inhalateur composé d'une vessie, au fond de laquelle est adapté un tube de caoutchouc, joint au robinet d'un gazomètre plein d'acide carbonique, préparé avec l'acide sulfurique et le bicarbonate de soude. Le museau du chien était engagé dans l'ouverture de la vessie, qui permettait aussi l'entrée de l'air extérieur, de façon que l'animal respirait un mélange des deux gaz. »

« Les effets de l'acide carbonique se prononcent avec une rapidité et une énergie plus ou moins grandes suivant les proportions de ce mélange.

« Lorsque l'acide carbonique était largement dilué, nous avons vu la vie de l'animal se prolonger pendant près de deux heures avec un état d'insensibilité assez profonde.

« Nous avons fait mourir un chien en vingt minutes, en lui faisant respirer de l'acide carbonique mélangé d'une très-faible quantité d'air.

« L'inhalation de l'acide carbonique ne détermine pas, comme celle des agents anesthésiques, une période d'exci-

(1) *Du rôle de l'alcool et des anesthésiques dans l'organisme,* Paris, 1860, page 4.

tation initiale. L'animal s'agite un peu au commencement de l'expérience, à cause de la gêne et de l'ennui qu'il ressent de l'application de l'appareil inhalateur et des préparatifs de l'opération.

« Lorsque l'acide carbonique est en excès dans l'air inspiré, l'insensibilité commence à se manifester au bout de trois minutes environ ; la résolution musculaire qui l'accompagne commence par les membres postérieurs. L'insensibilité périphérique se prononce de plus en plus, et elle est complète au bout de cinq à six minutes. Les pupilles sont dilatées, le globe de l'œil à peu près insensible; on n'observe, dans les muscles, ni secousses ni convulsions.

« La respiration et la circulation ne sont pas influencées par l'acide carbonique comme elles le sont par les anesthésiques ; le chiffre normal des inspirations et celui des pulsations artérielles ne sont pas modifiés sensiblement pendant presque toute la durée de l'expérience. La respiration est seulement quelquefois stertoreuse et bruyante.

« Si l'on suspend l'inhalation, et qu'on laisse respirer de l'air pur à l'animal, il recouvre en quelques minutes la connaissance et la sensibilité ; la faculté des mouvements est plus lente à revenir.

« Le sang artériel acquiert la couleur foncée du sang veineux durant l'inhalation, et redevient vermeil presque immédiatement après qu'elle est suspendue.

« Nous avons ouvert l'artère fémorale chez deux chiens, au moment où ils étaient dans un état d'insensibilité assez profond. Le jet de sang artériel était presque noir. L'appareil inhalateur a été ensuite enlevé, et les animaux ont été exposés à l'air libre : deux minutes après, le sang

avait repris sa couleur rutilante, et la sensibilité revenait en même temps.

Les modifications fonctionnelles du système nerveux sont donc ici dans un rapport étroit avec l'altération que subit le sang artériel sous l'influence de l'acide carbonique.

« Vers la fin de l'expérience, la respiration se ralentit; elle s'arrête avant la circulation : les battements du cœur continuent pendant une ou deux minutes après que les mouvements respiratoires ont cessé, et la mort arrive.

« *Anatomie pathologique.*—La muqueuse de la trachée est d'un rouge vif; elle présente une injection superficielle très-fine, qui est surtout visible entre les anneaux cartilagineux de ce conduit.

Les poumons sont volumineux et pesants; ils sont fortement congestionnés; leur surface est parsemée de petites ecchymoses assez superficielles qui tranchent par leur couleur brune sur la coloration moins foncée de l'organe. Le parenchyme pulmonaire, divisé par tranches, laisse échapper du sang noir très-fluide.

Le cœur est volumineux ; les cavités droites et les veines sont remplies de sang noir et fluide sans caillots. Le ventricule gauche ne contient qu'un peu de sang pareil à celui des cavités droites.

La langue et la muqueuse buccale sont livides. La muqueuse intestinale est parsemée d'arborisations brunes. Le foie, fortement congestionné, est d'une couleur très-foncée.

Les sinus de la dure-mère sont remplis de sang noir; la pie-mère est injectée; de la substance cérébrale divisée on voit sourdre de grosses gouttelettes de sang noir. »

Nous ne rapporterons qu'une seule expérience, afin de ne pas multiplier des détails d'un intérêt secondaire.

« EXPÉRIENCE. Chien de taille moyenne tué en vingt-cinq minutes par l'inhalation de l'acide carbonique.

La vessie est ajustée assez exactement sur le museau; on ne laisse que deux petits pertuis pour l'entrée de l'air, de sorte que l'animal respire dans une atmosphère très-chargée d'acide carbonique.

L'expérience commence à trois heures. Il n'y a qu'un peu d'agitation au début; l'animal ne crie pas.

3 h. 3 min. — Obtusion de la sensibilité; paralysie du train de derrière; un instant après, les membres antérieurs sont en résolution. Respiration stertoreuse, 18; circulation, 72.

3 h. 5 min. — Insensibilité périphérique; le globe de l'œil est sensible.

3 h. 8 min. — Respiration, 24; circulation, 72. Pupilles dilatées, mais la cornée est encore sensible.

3 h. 10 min. — On ouvre l'artère fémorale : il s'échappe un jet de sang brun tout à fait pareil au sang veineux.

On enlève l'appareil inhalateur, et l'on fait respirer de l'air pur à l'animal.

3 h. 12 min. — On laisse couler de nouveau le sang de l'artère fémorale; il a repris sa couleur vermeille.

3 h. 14 min. — La sensibilité de la peau reparaît; l'animal ouvre les yeux, il agite la tête et les membres antérieurs; le train de derrière reste paralysé.

3 h. 16 min. — L'inhalation de l'acide carbonique est reprise. — Le sang artériel redevient presque aussitôt d'une couleur foncée.

3 h. 20 min. — Insensibilité périphérique complète. On

pique le globe de l'œil; les paupières restent immobiles, la pupille est dilatée.

Respiration, 16; circulation, 70.

3 h. 22 min. — La respiration est très-lente et très-faible.

3 h. 23 min. — Les mouvements respiratoires s'arrêtent; la circulation continue.

3 h. 25 min. — Les battements du cœur ne sont plus perçus.

L'animal est mort. »

Autopsie pratiquée quinze minutes après la mort.

« *Appareil respiratoire.* — La muqueuse trachéale est le siége d'une injection superficielle qui lui donne une coloration rouge. Les poumons volumineux sont très-congestionnés; ils sont parsemés, sur leur surface, d'ecchymoses petites, nombreuses, irrégulières et superficielles. Le parenchyme est gorgé de sang noir.

Appareil circulatoire. — Les cavités droites du cœur et les grosses veines adjacentes sont distendues par du sang noir sans caillots. Les cavités gauches n'en renferment qu'une petite quantité qui s'échappe des coupes qu'on y pratique.

Appareil digestif. — La langue livide sort de la bouche. La muqueuse du tube digestif est couverte d'arborisations brunes formées par les vaisseaux, et remplies de sang d'une couleur très-foncée; le foie est congestionné; du sang noir s'échappe en quantité des coupes qu'on y pratique.

Système nerveux. — Les méninges sont injectées de sang noir; la substance cérébrale est très-sablée.

Les faits qui précèdent démontrent que les animaux tués par l'inhalation de l'acide carbonique succombent à l'as-

phyxie directe que détermine la respiration d'un mélange gazeux impropre à l'hématose. Ils indiquent encore que l'anesthésie qui se produit dans cette circonstance est sous la dépendance manifeste de l'état asphyxique. Il était alors nécessaire de calculer le degré des modifications fonctionnelles subies par le système nerveux cérébro-spinal; c'est-à-dire de savoir si l'acide carbonique abolit, comme le font l'alcool et les anesthésiques, la sensibilité et la motricité de la moelle épinière et des nerfs. Nous avons pour cela fait l'expérience suivante :

« Expérience. — Sur un chien de forte taille, on enlève l'arc postérieur des deux dernières vertèbres dorsales, et on découvre la moelle épinière dans l'étendue de 2 centimètres environ. L'animal n'a pas perdu beaucoup de sang, et ne paraît pas trop affaibli par cette opération.

Il est ensuite soumis à l'inhalation de l'acide carbonique mélangé d'une très-petite quantité d'air.

Après dix minutes d'inhalation, il est tout à fait insensible et immobile.

On pique avec la pointe d'un stylet une racine postérieure et les faisceaux postérieurs de la moelle : on n'obtient pas de signe de sensibilité.

On pique une racine antérieure et les faisceaux antérieurs de la moelle; il se produit aussitôt des secousses violentes dans le train de derrière et dans les membres postérieurs.

On irrite le nerf sciatique mis à nu, et on provoque des convulsions dans le membre correspondant.

L'inhalation est continuée jusqu'à la mort de l'animal, qui arrive cinq minutes après.

L'irritation mécanique des faisceaux antérieurs de la moelle et des nerfs détermine des contractions musculaires

qui s'affaiblissent de plus en plus, mais qui ne cessent de se manifester qu'au moment où l'animal succombe.

Cette expérience démontre que, si l'acide carbonique éteint la sensibilité de la moelle et des nerfs, il n'abolit pas leur motricité : c'est un caractère différentiel entre ce corps et les agents anesthésiques.

Nous avons répété cette expérience plusieurs fois et nous avons toujours obtenu des résultats identiques. Ainsi donc les inhalations de gaz acide carbonique produisent des effets anesthésiques très-analogues à ceux de l'éther et du chloroforme ; mais ces effets sont plus fugitifs, à cause de la forme gazeuse du corps inhalé et de sa tendance naturelle à être éliminé de l'économie. »

M. le Dr Ozanam (1) a entrepris une série d'expériences très-intéressantes dans le but de déterminer les conditions de l'emploi du gaz carbonique pour produire artificiellement l'anesthésie, en remplacement de l'éther, du chloroforme, etc. En voici le résumé :

« On peut, dit M. Ozanam, reconnaître quatre périodes dans les effets physiologiques produits par l'inhalation du gaz carbonique :

1. Prodromes ; 2. Excitation ; 3. Anesthésie, 4. Réveil. »

1. Période prodromique.

« L'animal est d'abord calmé un instant, mais bientôt il s'agite, il se roidit, on dirait qu'il pressent un danger ; souvent il retient son souffle, d'autres fois sa respiration s'accélère ; si, dans ce moment, on interrompt les inhala-

(1) M. Ozanam, *Mémoires sur les Anesthésies*, pages 50 et suivantes.

tions, il tend le cou en avant, et recherche l'air avec avidité, mais il n'offre encore aucun signe d'insensibilité.

«Expérience.—Lapin vigoureux, robebrune, inhalations de gaz acide carbonique pendant une demi-minute, agitation vive et volontaire; on retire l'appareil, l'animal penche la tête en avant, ses narines se dilatent, il respire avec force et rapidité l'air extérieur, son cœur bat fortement aussi; les jambes sont un peu tremblantes. Au bout de deux minutes ces phénomènes ont disparu, retour à l'état normal. »

2. Période d'excitation.

« Tandis que l'éther, le chloroforme, l'oxyde de carbone développent une excitation violente et souvent convulsive, l'acide carbonique détermine surtout de l'agitation et des mouvements volontaires; très-rarement (trois fois sur dix-sept expériences), j'ai observé un tremblement nerveux, passager ou un peu de roideur. La respiration, pendant cette période, est plus fréquente; le cœur bat avec plus de rapidité; puis, au bout d'une à trois minutes, terme moyen, suivant la force des sujets et suivant que le gaz est respiré pur ou mêlé d'air atmosphérique, on voit survenir a résolution musculaire et l'arrêt de la sensibilité.

« Expérience. — Lapin faible, robe grise, inhalations d'acide carbonique pendant une minute un quart, excitation vive au bout d'une minute, tremblement et roideur des membres, puis le sommeil commence; on cesse aussitôt les inhalations, réveil presque immédiat; le cœur était à **160** avant l'expérience; pendant la période d'excitation il était à **212**.

Si l'on fait respirer le gaz mélangé à une trop grande quantité d'air atmosphérique, on n'obtient que difficilement

une anesthésie, même incomplète, et l'animal n'éprouve que l'agitation plus ou moins forte qui caractérise la première période.

« Expérience. — Lapin gris, force moyenne, inhalations, pendant sept minutes, de gaz acide carbonique. L'animal respire le gaz mélangé à une grande quantité d'air atmosphérique, il n'éprouve que des phénomènes d'agitation non convulsive ; ce n'est qu'à la dernière minute que survient la torpeur et une anesthésie fugitive, qui cesse dès qu'on vient à interrompre les inhalations.

« Expérience. — *Anesthésie, ralentissement du cœur.* Lapin, robe noire, inhalations de gaz acide carbonique pendant une demi-minute, agitation, léger renversement de la tête en arrière ; on cesse les inhalations dès que le sommeil commence ; la période de collapsus ne dure qu'un instant, vingt-cinq secondes environ ; les battements du cœur, avant l'expérience, étaient à 232 ; au moment du sommeil, ils sont descendus à 100. »

3. Période d'anesthésie.

L'animal est étendu sur le côté ; les quatre membres souples et relâchés ; la respiration régulière, quoiqu'un peu ralentie ; la pupille modérément dilatée ; le cœur, qui battait avec rapidité pendant la première période, se contracte alors plus lentement et avec moins de force que dans l'état normal. L'état de ces trois organes, l'œil, le cœur, le poumon, permet à l'observateur de suivre parfaitement les progrès du sommeil et de l'insensibilité, de prévoir le danger, d'annoncer le réveil. C'est le véritable trépied de la vie, comme disait Bichat. Les oscillations de la pupille sont ici le miroir de ce qui se passe dans le cerveau inaccessible alors aux autres moyens d'investigation, mais dont

les états divers se réfléchissent avec fidélité à travers cet admirable organe; aussi les oscillations de la pupille doivent-elles être observées avec une scrupuleuse attention dans toute anesthésie; ce signe précieux a été découvert et signalé pour la première fois par M. le docteur Faure dans son beau travail sur l'asphyxie (1).

« EXPÉRIENCE. — *Anesthésie, dilatation de la pupille.* Lapin brun et blanc, force moyenne, inhalations d'acide carbonique pendant trois minutes, insensibilité complète; au bout de la douzième minute, respiration lente à 44, pouls à 60. La pupille est remarquablement dilatée, on retire l'appareil; le sommeil anesthésique dure encore une minute et demie. L'animal se réveille alors spontanément, mais il paraît encore un peu étourdi, il vacille encore sur ses membres pendant quelques instants, puis revient à son état normal; la pupille reprend en même temps ses dimensions naturelles.

« EXPÉRIENCE. — *Anesthésie, ralentissement de la respiration.* Inhalations d'acide carbonique pendant deux minutes, période d'excitation très-légère, sans convulsion, puis sommeil avec anesthésie complète, on cesse les inhalations, l'insensibilité paraît pendant une demi-minute, après laquelle l'animal se réveille subitement; pendant le sommeil la respiration est ralentie, 40 environ par minute.

Si nous donnons trois expériences pour indiquer l'état de ces trois organes, cerveau, cœur et poumon, ce n'est point que ces phénomènes ne doivent le plus souvent se manifester tous ensemble; mais, dans des examens nécessairement très-rapides, on ne peut guère explorer qu'un organe à chaque fois, pour noter les modifications qu'il subit pendant l'action du gaz.

(1) *Archives de médecine*, 1856.

C'est à la période d'anesthésie que l'action du gaz commence à différer de celle de l'éther; car, tandis que, pour ce dernier, il faut interrompre les inhalations après de courts intervalles, et qu'on obtient avec peine et non sans danger une anesthésie de longue durée, il faut dans l'emploi de l'acide carbonique user d'un procédé inverse :

1° Aussi longtemps que l'on veut prolonger le sommeil, il faut continuer les inhalations.

2° Celles-ci peuvent être prolongées dix, vingt, quarante minutes et même plus, sans danger pour la vie, pourvu qu'on agisse suivant les règles de l'art.

3° Quand on cesse les inhalations, le réveil est presque immédiat. Cependant cette règle n'est pas absolue, elle n'est vraie que pour les cas où l'emploi du gaz n'a pas été trop prolongé; quand, au contraire, on l'a fait respirer fort longtemps, le sommeil consécutif peut durer de cinq à dix minutes, comme on le pourra voir dans une des observations suivantes :

Il n'en reste pas moins démontré que l'action du gaz est rapide, fugitive, et le réveil très-prompt.

« Expérience. — *Anesthésie, dilatation de la pupille, ralentissement du pouls et de la respiration.* Lapin gris, de force moyenne, inhalations pendant trois minutes, résistance volontaire d'abord, puis contractions nerveuses pendant la première période; au bout d'une minute et demie environ, sommeil et anesthésie; dilatation progressive de la pupille, respiration rare et profonde, mais naturelle, les battements de cœur descendant à 80. L'insensibilité est complète, on cesse les inhalations au bout de trois minutes; la sensibilité revient aussitôt, le réveil est complet après une minute. On a employé environ 3 litres de gaz.

Dès que le sommeil arrive, l'insensibilité commence,

incomplète d'abord; elle est plus manifeste aux membres postérieurs qu'aux antérieurs et aux oreilles; mais, si l'on continue les inspirations gazeuses, l'anesthésie devient générale; c'est en vain qu'on interroge la peau, la racine des ongles, les muscles, l'insensibilité est complète; on peut transpercer les chairs sans que l'animal donne signe de douleur.

« EXPÉRIENCE. — *Anesthésie passagère.* Inhalations d'acide carbonique à très-petit jet et mêlé d'air pendant huit minutes; à la quatrième minute, la sensibilité est émoussée; à la cinquième, elle a disparu; anesthésie complète pendant les dernières minutes, on cesse les inhalations, le réveil a lieu une demi-minute après.

« EXPÉRIENCE. — *Inhalations et anesthésie prolongée pendant dix minutes.* Lapin brun et blanc, force moyenne; soumis à l'influence de l'acide carbonique, l'animal s'endort au bout d'une minute; la respiration est descendue à 22, les battements du cœur à 122. Pendant les dix minutes que durent les inhalations, le sommeil reste tranquille et complet, on retire l'appareil; réveil incomplet au bout de deux minutes; ce n'est qu'après cinq minutes que l'animal se redresse sur ses pattes.

« EXPÉRIENCE. — *Inhalations et anesthésie prolongée pendant vingt-cinq minutes.* Lapin de force moyenne, inhalations gazeuses, agitation non convulsive; puis, au bout de quatre minutes, sommeil anesthésique, on prolonge l'emploi de l'acide carbonique pendant vingt minutes encore. Durant tout ce temps, le sommeil est tranquille, sans agitation, l'insensibilité absolue, soit à la peau, soit aux membres; on cesse les inhalations; le sommeil dure encore une demi-minute, puis l'animal se relève, le réveil est complet au bout de vingt-cinq minutes.

« Expérience. — *Inhalations et anesthésie prolongée pendant trente minutes.* Lapin fort et vigoureux ; l'insensibilité est complète à la quatrième minute ; on prolonge l'emploi de l'acide carbonique pendant trente minutes à deux reprises ; vers la huitième et la douzième minute, on laisse entrer de l'air atmosphérique mêlé au gaz ; léger retour de la sensibilité aux oreilles, tandis que la racine des ongles reste encore insensible. A dater de ce moment, l'animal aspire régulièrement le gaz, et reste étendu sur le flanc dans un sommeil tranquille jusqu'à la fin de la trentième minute. Alors on enlève l'appareil ; une demi-minute se passe encore après laquelle l'animal se relève, le réveil est complet. Il y a seulement un peu d'agitation, et les battements du cœur, faibles et rapides pendant le sommeil, sont devenus forts et rapides en même temps que la respiration est plus fréquente ; cet état n'est que passager, bientôt le rétablissement est parfait.

« Jusqu'à présent nos expériences n'ont porté que sur la durée du sommeil, les suivantes vont démontrer que, pendant cette période, la sensibilité est complétement éteinte ; la chirurgie peut donc utiliser ce sommeil pour pratiquer les opérations les plus longues et les plus douloureuses.

« Expérience. — *Anesthésie, constatation de l'insensibilité.* Lapin fort, robe brune, inhalations de gaz acide carbonique ; au bout de deux minutes et demie l'anesthésie commence, à la troisième minute quelques mouvements nerveux peu marqués. On prolonge les inhalations pendant six minutes, puis on enlève l'appareil ; l'anesthésie est complète, on peut percer la peau et un membre même de part en part avec un stylet, sans provoquer un signe de

douleur. Le sommeil est profond, la respiration tantôt fréquente, tantôt rare, à quarante-quatre par minute, réveil au bout d'une minute; ce réveil est annoncé par les battements du cœur, qui, rares et faibles pendant le sommeil anesthésique, deviennent très-nombreux; après le réveil, l'animal est encore faible, tremblant sur ses pattes, pendant deux ou trois minutes, puis il revient à son état normal.

« Expérience.— *Cautérisation avec le fer rouge; insensibilité, réveil prompt.* Lapin gris, force moyenne, inhalation d'acide carbonique pur pendant deux minutes dans une atmosphère chaude et renfermée, période d'agitation fort caractérisée par des contractures, dilatation rapide de la pupille, anesthésie. L'animal, couché sur le côté, n'est plus tenu par personne; on porte alors un fer rouge sur la partie supérieure gauche de la poitrine, et on cautérise profondément; l'animal ne fait aucun mouvement, mais l'excitation produite par le cautère rapproche le réveil, et, vingt secondes après la cautérisation, l'animal se redresse sur ses pattes.

« Expérience. — *Cautérisation avec le fer rouge; sommeil prolongé, dix minutes.* Lapin gris et blanc, inhalations gazeuses pendant deux minutes, agitation simple, puis sommeil anesthésique. Au bout de cinq minutes on cautérise l'épaule avec un fer rouge, l'animal ne fait aucun mouvement; les inhalations sont continuées cinq minutes encore, puis interrompues; l'animal se réveille une minute après.

« Expérience. — *Deux cautérisations avec le fer rouge à cinq minutes de distance; sommeil prolongé, quinze minutes.* Lapin gris, inhalations gazeuses pendant trois minutes, après lesquelles le sommeil est obtenu; on con-

tinue jusqu'à la cinquième minute, l'animal est alors profondément cautérisé au ventre avec le fer rouge ; il ne fait aucun mouvement, quoiqu'il ne soit pas maintenu. Je remarque que les oreilles sont, au même moment, couvertes d'une sueur chaude et abondante ; les inhalations sont continuées et le sommeil persiste ; à la dixième minute, on cautérise une seconde fois la cuisse, insensibilité ; on prolonge le sommeil jusqu'à la quinzième minute, puis l'appareil est retiré ; une minute après, l'animal se réveille ; il est d'abord chancelant et faible sur ses pattes, comme dans l'ivresse, mais il se rétablit bientôt. »

4. Période du réveil.

On enlève l'appareil, l'animal est encore immobile, dans un état de résolution complète ; sa tête est pendante, ses membres gardent la position qu'on leur donne ; il reste endormi pendant vingt, quarante, soixante secondes encore, mais déjà ses poumons ont aspiré l'air vivifiant qui l'entoure et qui rétablit l'équilibre de l'hématose ; la sensibilité commence à reparaître ; un instant encore, et il se relève chancelant sur ses pattes ; il semble sortir d'un état d'ivresse ; sa respiration est plus fréquente, son cœur bat avec rapidité ; mais cette nouvelle agitation dure peu : bientôt l'animal est revenu à son état normal, on pourrait recommencer l'expérience sans danger pour sa vie.

« Expérience.— *Sommeil anesthésique de cent minutes de durée, obtenu par l'inhalation du gaz.* Un lapin de force moyenne, à robe blanche et grise, fut soumis aux inhalations d'acide carbonique ; le tube conducteur du gaz aboutissait à une vessie qui recouvrait la tête comme un capuchon, en sorte que l'animal respirait dans une atmosphère artificielle d'air et de gaz carboné.

Le sommeil survint au bout de trois minutes, après un peu d'agitation volontaire et sans convulsion aucune. L'animal resta étendu sur le flanc droit, les quatre membres dans une résolution complète et insensible aux agents extérieurs. Les inhalations furent continuées pendant quatre-vingt-sept minutes. Durant cette longue période, deux fois la respiration devint un peu laborieuse, prenant le caractère du hoquet ; il suffit d'entr'ouvrir le capuchon et de laisser arriver un peu plus d'air atmosphérique, pour que la respiration reprît son calme naturel ; deux autres fois, l'appareil ayant été trop écarté, l'anesthésie diminua et l'animal fit quelques mouvements, la première fois avec ses pattes de devant, la deuxième fois avec la tête; l'appareil fut rapproché et le sommeil redevint complet; du reste, ces manifestations sensibles ne durèrent pas plus de quinze à vingt secondes.

Pendant tout le reste de l'expérience, le calme fut absolu ; l'animal ne changea pas une fois de position, on n'avait même pas besoin de le tenir ; la respiration était douce et régulière, le cœur faible et lent, l'animal insensible aux agents extérieurs.

Au bout de quatre-vingt-sept minutes, je cessai les inhalations gazeuses. L'animal était dans un état de résolution complète, et se laissait aller entre les mains dans toutes les positions comme s'il était mort; je le plaçai au grand air et le laissai au repos pour étudier les phénomènes du réveil naturel. Le sommeil complet dura encore quatre à cinq minutes, puis l'œil devint sensible, et la paupière commença à cligner, à s'abaisser sur la conjonctive; vers la dixième minute, les membres antérieurs exécutèrent quelques mouvements, puis la tête, puis le corps ; les membres pelviens furent les derniers à retrouver le mou-

vement; mais au bout d'un quart d'heure (cent douzième minute de l'expérience), l'animal se redressait sur ses quatre pattes ; il resta encore faible et mal assuré sur ses membres, pendant un certain temps, puis on le remit dans sa cage, et tout rentra dans l'état normal.

Le lendemain l'animal ne paraissait pas avoir souffert le moins du monde d'une expérience aussi prolongée, il était très-bien portant.

Un résultat remarquable et bien inattendu, c'est que les animaux fréquemment soumis aux inhalations carboniques finissent par s'y habituer jusqu'à un certain point, en sorte qu'il devient difficile de les endormir profondément, tandis qu'aux premières expériences le sommeil s'obtenait avec rapidité.

« EXPÉRIENCE. — *Résistance à l'action de l'acide carbonique; alternatives d'insensibilité et d'agitation pendant vingt minutes.* Lapin vigoureux, robe grise ; soumis depuis plusieurs jours aux inhalations gazeuses à doses croissantes, depuis cinq minutes jusqu'à trente ; à chaque fois il avait éprouvé le sommeil anesthésique complet.

Soumis de nouveau à l'action du gaz, il éprouve d'abord une agitation plus longue qu'à l'ordinaire, et qui dure cinq à six minutes, puis il entre dans le sommeil anesthésique ; mais ce sommeil n'est complet qu'à la condition de faire respirer le gaz pur en fermant hermétiquement la vessie qui entoure le col; dès qu'on laisse entrer un peu d'air ou que le jet du gaz diminue de volume, la sensibilité reparaît et même l'agitation ; en obtient ainsi les alternatives d'insensibilité et de demi-réveil jusqu'à la vingtième minute où l'on termine l'expérience, le gaz étant épuisé; l'animal se dresse immédiatement sur ses pattes, il est agité, un peu tremblant, respire avec

rapidité, puis tout se calme et rentre dans l'état normal.

Les dix-sept premières expériences avaient été faites au grand air, dans une cour couverte, par une température fraîche de 3 à 8 degrés au-dessus de zéro; ayant, plus tard, voulu opérer dans mon cabinet, chauffé depuis le matin à environ 18 degrés, j'obtins des phénomènes beaucoup plus intenses et des contractions qui se rapprochaient des effets produits par l'exyde de carbone; le gaz contenu dans le sac était cependant bien de l'acide carbonique; l'analyse que j'en fis, avec un de mes collaborateurs, ne put y faire découvrir ni trace d'oxyde de carbone ni trace d'acide chlorhydrique.

« EXPÉRIENCE. — Inhalations gazeuses pendant deux minutes; au bout de la première l'animal s'agite, éprouve des contractions; la tête se renverse en arrière, il est déjà endormi et insensible; mais la pupille se dilate énormément, la respiration est rare, saccadée, bruyante; on retire l'appareil, l'animal respire encore péniblement, puis il se calme, et après une minute de sommeil il se redresse sur ses pattes, le réveil est complet.

« EXPÉRIENCE. — Inhalations gazeuses sur un autre sujet, n'ayant jamais servi encore. Agitation convulsive au bout d'une minute, puis anesthésie, mais la respiration se fait par mouvements brusques, comme un hoquet; la pupille se dilate rapidement; on cesse l'expérience au bout de trois minutes, la respiration est encore très-rare et laborieuse, néanmoins l'animal se réveille entre la quatrième et la cinquième minute.

Cet excès d'activité de la part de l'acide carbonique est inexplicable pour nous par d'autres causes que par celle de la *chaleur*, qui sans doute, facilite l'absorption; en effet,

le gaz avait été préparé par la même personne, dans le même appareil qu'on n'avait pas démonté (marbre et acide chlorhydrique) ; le premier animal soumis à l'expérience était celui qui, quinze jours auparavant, avait supporté un sommeil de cent minutes, mais à l'air libre et frais ; et, comme on aurait pu croire qu'il était affaibli par cette épreuve, nous avions eu soin de prendre pour la deuxième expérience un animal qui n'avait jamais servi.

Mais, dans un cas pareil, il suffit de mélanger à l'acide carbonique une plus grande quantité d'air respirable pour en modérer les effets ; on obtient alors une moyenne que la prudence règle, suivant les circonstances d'âge, de force et de température.

Voulant juger si le gaz, ainsi affaibli, serait encore efficace pour enrayer la sensibilité, je remplis un sac de gaz et d'air atmosphérique en proportions à peu près égales, et je soumis à cette influence les mêmes sujets sur lesquels j'avais expérimenté la veille.

« EXPÉRIENCE. — *Gaz mélangé d'air par parties égales.* — *Premier sujet.* Au bout d'une minute et demie l'animal était endormi ; la première période s'était passée avec de l'agitation volontaire, mais sans convulsions ; on prolonge le sommeil pendant douze minutes, l'animal reste tranquillement étendu sur le côté ; il est insensible ; je transperce sa cuisse de part en part avec un stylet ; la respiration est parfois un peu pénible ; il suffit de soulever un des coins du capuchon pour rétablir le calme, en donnant un peu d'air. Au bout de douze minutes on retire l'appareil ; le sommeil dure encore une minute, puis l'animal se réveille complétement.

« EXPÉRIENCE. — *Deuxième sujet.* — *Inhalation d'acide carbonique et d'air par parties égales.* Agitation non

convulsive; sommeil au bout de deux minutes, insensibilité complète aux instruments piquants ou contondants. Les quatre membres sont dans la résolution et prennent toutes les formes qu'on leur donne. On prolonge les inhalations pendant quatorze minutes, puis on cesse; réveil au bout de la quinzième minute.

Des diverses expériences que nous venons de rapporter, il résulte clairement que le gaz carbonique, administré avec les précautions convenables, peut être employé avec avantages et sécurité pour produire artificiellement l'anesthésie, et que l'on peut facilement en augmenter, diminuer, en un mot *diriger* l'action à volonté. » (*M. Ozanam.*)

De l'analogie des phénomènes d'insensibilité, de catalepsie, d'extase, que l'on obtient par le magnétisme animal ou par l'hypnotisme, avec ceux que produit l'inhalation de l'acide carbonique.

« On pense (1) que c'est au moyen de vapeurs carboniques que les prêtres de l'antiquité produisaient les convulsions des pythonisses chargées de faire connaître la volonté des dieux.

« Pour rendre ses oracles, la pythie montait sur un trépied placé au-dessus d'une *crevasse de la terre* d'où sortaient des vapeurs épaisses d'encens et de parfums (2). »

A Cumes, où résidait la fameuse sibylle, oracle d'Apollon, la terre exhale encore aujourd'hui une grande quantité de gaz carbonique.

« Il paraît à peu près certain, aujourd'hui, dit M. Gi-

(1) M. Bouillet, *Dictionnaire des sciences*, art. *Acide carbonique.*

(2) M. Dezobry, *Dictionnaire d'histoire.*

rardin (1), que c'est au moyen du gaz carbonique que les prêtres de l'antiquité déterminaient les convulsions des pythies chargées de faire connaître la volonté des dieux. Cet acide produit, au reste, les effets les plus variés et même les plus contraires sur le système nerveux, car tantôt il cause des spasmes violents, et tantôt il paraît plonger les facultés cérébrales dans une atonie complète. »

Les procédés mis en usage par les sorciers d'Égypte, pour obtenir le sommeil accompagné d'insensibilité, ont indubitablement pour effet de diminuer l'exhalation normale pulmonaire de l'acide carbonique et de surcharger le sang de ce gaz.

« Ils ordonnent au sujet de fixer le regard au centre d'un double triangle croisé, tracé avec de l'encre au milieu d'une assiette de faïence parfaitement blanche. — Quatre ou cinq minutes après, voici les effets qui se produisent : le sujet commence à voir un point noir au milieu de l'assiette; ce point noir grandit, quelques instants après change de forme et produit différentes apparitions qui voltigent devant les yeux. Arrivé à ce point d'hallucination, le sujet acquiert souvent une lucidité somnambulique (2). »

« Les fakirs des grandes Indes tombent en catalepsie en se regardant fixement le bout du nez pendant un quart d'heure. Au bout de ce temps, une flamme bleuâtre semble leur apparaître à l'extrémité du nez, et bientôt la catalepsie se manifeste. C'est évidemment à ce sommeil cataleptique que les fakirs indiens peuvent conserver, pendant un temps

(1) M. Girardin, *Cours de chimie*, tome I, page 37.

(2) Docteur Rossi, *Gazette médicale de Paris*, février 1860. — M. Bouchut, *Revue des cours scientifiques*, février 1864. — *Histoire de la médecine*, page 159.

si considérable, qu'il faut attribuer ces attitudes et ces poses extraordinaires qui leur attirent le respect et l'admiration de la multitude (1).

« Les moines du mont Athos se jettent dans de longues extases cataleptiques en se regardant fixement l'ombilic, on ne peut attribuer qu'au sommeil nerveux l'état extatique provoqué chez ces moines par cette singulière contemplation. » (*M. Bouchut, ibid.*)

Si l'on considère certains phénomènes, certains états particuliers produits par le magnétisme animal ou par l'hypnotisme, on est surpris de voir que ces phénomènes ont la plus grande analogie, et même qu'ils sont identiques, avec ceux que produit l'inhalation lente du gaz carbonique.

Dans l'un et l'autre cas, il y a dilatation des pupilles; la sensibilité de la peau est diminuée ou même abolie; on peut piquer les sujets sans qu'ils en ressentent de la douleur; dans les deux cas, il y a catalepsie, extase, etc. Serait-il déraisonnable de supposer que les phénomènes du magnétisme animal et de l'hypnotisme sont le résultat d'un état anesthésique produit par l'accumulation anormale de l'acide carbonique dans le sang ?

En effet, le repos, l'immobilité, l'attention soutenue que l'on exige des sujets soumis à l'action du magnétisme, le sommeil qui en résulte ont pour effet primitif de ralentir les mouvements de la respiration, de déterminer un échange insuffisant des gaz dans le poumon et, par suite, de diminuer considérablement la quantité d'acide carbonique exhalée par la respiration. — Voyez pages 62, 69.

Alors le sang veineux se débarrasse incomplétement de

(1) M. L. Figuier, *Histoire du merveilleux*, t. III, p. 371.

l'acide carbonique dont il est surchargé. Si le sommeil magnétique est prolongé pendant quelque temps, l'acide carbonique s'accumule dans le sang, et alors le sang qui circule dans le système artériel perd sa couleur rutilante, il est incomplétement révivifié et il n'a plus la propriété d'exciter les centres nerveux, ainsi que l'a démontré Bichat, il y a diminution des propriétés vitales.

De nombreuses expériences ont prouvé que, quand le sang noir, désoxygéné, surchargé d'acide carbonique, arrive dans les organes à la place du sang rouge, il y produit l'insensibilité, la perte de la contractilité, l'anesthésie. (*M. Robin.*) — Voyez pages **133**, **136**, **143**, **168**, etc.

Le magnétisme animal, l'hypnotisme, de même que les procédés employés par les sorciers d'Égypte, les fakirs des Indes et peut-être les pythonisses, produiraient donc l'anesthésie, l'extase et la catalepsie, par suite de l'accumulation anormale du gaz carbonique dans le sang, qui alors devient impropre à entretenir les fonctions vitales du système nerveux.

Nous soumettons cette explication aux lumières et à la sagacité des physiologistes; au moins cette hypothèse, basée sur des faits physiques et physiologiques, peut-elle rendre raison des phénomènes du magnétisme animal et de l'hypnotisme qui sont restés jusqu'à présent sans explication admissible.

CHAPITRE X.

EXAMEN THÉORIQUE DU MODE D'ACTION DE L'ACIDE CARBONIQUE SUR L'ÉCONOMIE ANIMALE.

Le mode d'action de l'acide carbonique sur l'économie animale a été expliqué de diverses manières; ici, comme il arrive souvent dans les théories médicales, les systèmes les plus contradictoires sont en présence.

Suivant l'opinion le plus généralement admise, l'acide carbonique agit en excitant, stimulant ou irritant les systèmes nerveux et vasculaire.

D'après la doctrine de plusieurs médecins distingués de l'école italienne, l'acide carbonique exercerait, au contraire, une action hyposthénisante et déprimante sur le système vasculaire et nerveux.

M. le docteur Bach, dans son remarquable travail sur les eaux de Soultzmatt, s'exprime à ce sujet de la manière suivante :

« L'école italienne a, ce nous semble, le mieux résolu le problème de la détermination de l'action vitale de l'acide carbonique à l'état de santé et à l'état de maladie.

« D'après les recherches intéressantes des médecins italiens, l'acide carbonique exerce une action hyposthénisante, déprimante et calmante sur le système vasculaire et sur le système nerveux. Voici ce que dit *Giacomini* à ce sujet.

« Sous l'influence de l'acide carbonique, la circulation s'abaisse de suite et se ralentit; on éprouve comme un commencement d'ivresse et de confusion dans les idées,

des vertiges et de la pesanteur à la tête. On ressent, en outre, une grande envie d'uriner, et l'on urine souvent et en abondance. Si l'estomac est vide, on éprouve un sentiment de défaillance, un engourdissement, une pesanteur dans les membres, au point de ne pouvoir marcher ou agir qu'avec beaucoup de fatigue. Si l'on prend quelques aliments, ces phénomènes disparaissent aussitôt, et cela d'autant plus promptement que l'on boit un peu de vin ou d'alcool.

« Certaines maladies dans lesquelles le principe d'irritation ou de phlogose est bien constaté cèdent à l'action de l'acide carbonique, notamment celles qui sont le résultat des excès de table, d'une alimentation trop succulente, trop irritante et qui consistent dans une sorte d'engorgement, de pléthore, de phlogose de l'estomac, même dans les cas où ces conditions morbides se déclarent sous la forme de dyspepsie, de faiblesse d'estomac, d'intolérance pour toutes sortes d'aliments, de susceptibilité augmentée, de vomissements.

« La propriété déprimante et antiphlogistique du gaz carbonique se montre surtout d'une manière évidente dans les maladies de la vessie et des reins, dont la nature est inflammatoire.

« Le gaz carbonique est dangereux pour certaines personnes pléthoriques, parce qu'il détermine des congestions momentanées. Mais ces stases de sang sont toutes passives, et n'ont jamais, au début de la congestion du moins, rien qui les rapproche de l'inflammation. Cependant, pour éviter, dans ces cas, des accidents, il faut, avant d'en faire usage, combattre la pléthore.

« L'action de l'acide carbonique sur le système nerveux n'est pas moins évidente que celle qu'elle exerce sur le

système sanguin. Cette action est-elle directe ou n'est-elle que la conséquence de la première? Toujours est-il que l'acide carbonique est un de ces calmants les plus efficaces. Donnez, le soir, à un enfant une potion aérophore, il dormira aussi bien que s'il avait pris de l'opium, et vous ne l'avez pas exposé aux dangers que souvent détermine cette substance.

« L'acide carbonique arrête, comme on le sait, les vomissements nerveux, les douleurs d'estomac qui ne peuvent être attribués à aucune cause d'irritation.

« Serait-il absurde, dit Maglin, de penser que ce gaz a la propriété d'agir immédiatement sur les nerfs et de diminuer leur mobilité et leur sensibilité trop grande? »

On a donc émis des théories très-diverses pour expliquer les phénomènes d'anesthésie, d'asphyxie, etc., produits par l'action du gaz acide carbonique.

1. Suivant l'opinion de plusieurs médecins et physiologistes distingués, Collard de Martigny, d'Arcet, Olivier d'Angers, Orfila, M. Longet, etc., l'acide carbonique a une action toxique, essentiellement délétère, qui se porte directement sur le cerveau et le système nerveux. Suivant d'autres, Bichat, Nysten, MM. Malgaigne, Regnault et Reiset, et nous-même, le gaz carbonique est seulement irrespirable; il n'a point d'action délétère sur l'économie; ce gaz étant impropre à la respiration ne peut servir l'entretien de la vie; l'asphyxie produite par le gaz carbonique ne diffère point de l'asphyxie par défaut d'air respirable, de celle qui a lieu par submersion, strangulation, etc.

2. C'est par l'intermédiaire du sang noir, surchargé d'acide carbonique et impropre à exciter les centres nerveux, et non par une action directe sur le système nerveux, que sont produits secondairement les phénomènes

d'anesthésie et d'asphyxie. (MM. Ed. Robin, Boucard, Ozanam, Lallemand, Perrin et Duroy, Herpin.)

Suivant l'opinion de quelques physiologistes (MM. Coze, Black, Ragski, etc.), le sang veineux, surchargé d'acide carbonique libre, gazeux, exercerait une compression mécanique sur le système nerveux.

Suivant d'autres, l'acide carbonique produirait la coagulation de l'albumine du sang.

Enfin d'autres (Wanner, etc.) attribuent ces phénomènes à la cristallisation de l'hématosine dans le sang par l'effet de l'acide carbonique, et qui fait obstacle à la circulation de ce liquide dans les vaisseaux capillaires.

M. Wanner a communiqué à l'Académie des sciences (1) les résultats de plusieurs expériences qu'il a faites sur des cochons d'Inde.

« J'ai fait respirer, dit-il, de l'acide carbonique à un de ces petits animaux, qui, au bout d'une minute et demie, ne donnait plus signe de vie; dans une autre expérience, un de ces animaux fut étouffé au moyen d'un masque de caoutchouc qui, enveloppant toute la tête, s'opposait à toute introduction et à toute sortie d'air par l'occlusion hermétique de la bouche et du nez; l'animal était mort au bout de trois minutes : enfin, pour la troisième expérience, tout le corps de l'animal, la tête et le cou exceptés, fut plongé dans un vase contenant du caoutchouc dissous dans de l'huile; mais ici la mort n'eut lieu que huit heures et quarante-huit minutes après son introduction dans cette solution.

« Aussitôt après la mort de ces animaux, une très-petite portion de tissu pulmonaire, de membrane muqueuse et

(1) *Comptes rendus*, 15 juin 1857, page 1278.

de tissu cellulaire sous-jacent à la peau fut placée sous la lentille d'un microscope; les vaisseaux capillaires de ces différents tissus étaient, dans tout leur trajet, de couleur noir ardoisé et distendus comme s'ils avaient été injectés avec un liquide de cette couleur.

« Du sang de ces animaux asphyxiés ayant été mis également, aussitôt leur mort, sous la lentille du microscope, les globules, au lieu d'être de couleur rougeâtre, offraient aussi la couleur noir ardoisé des vaisseaux capillaires.

« La mort de ces trois animaux ne serait-elle pas due ici à la même cause, dit M. Wanner, c'est-à-dire à l'action de l'acide carbonique qui, mis en rapport avec le sang, comme l'a fait remarquer M. Lehmann, cristallise l'hématosine?

« Ainsi, pour la première et la deuxième expérience, que l'acide carbonique soit introduit par inspiration ou bien que celui qui arrive incessamment aux poumons de tous les organes du corps ne puisse être expulsé au dehors, cet acide, étant introduit alors par endosmose dans les vaisseaux capillaires des cellules pulmonaires, se combine avec l'hématosine du sang contenu dans ces petits vaiseaux, y forme de petits cristaux, et nécessairement alors y enraye aussitôt le mouvement du sang. Le même phénomène chimique a eu lieu également pour le cochon d'Inde, objet de la troisième expérience; seulement l'action de l'acide carbonique fut plus lente dans les capillaires du groupe de tout le corps.

« On peut conclure de ces trois expériences : 1° que les battements du cœur cessent aussitôt que le mouvement du sang est arrêté, soit dans le groupe des capillaires des poumons, soit dans le groupe des capillaires de tout le corps; 2° que l'action désignée jusqu'à présent sous le

nom d'asphyxie ne pourrait bien être que l'enrayement plus ou moins complet de la marche du sang, par un agent qui, se combinant avec un des principes constituant ce fluide, le rendrait impropre plus ou moins à subir le mouvement, étant aussi arrêté dans les capillaires, de sorte que, dans l'asphyxie soit par submersion, soit par étranglement, etc., etc., ce ne serait pas le manque d'air qui serait la cause de la mort, mais bien la non-expulsion de l'acide carbonique des poumons.

« L'acide carbonique est-il, à la manière de l'azote et de l'hydrogène, nuisible seulement parce qu'il tient la place de l'oxygène disparu, ou bien a-t-il par lui-même une action délétère toxique directe sur l'économie ? Les expériences de Collard de Martigny ont conduit la plupart des physiologistes à admettre que ce gaz exerce directement une influence toxique.

« Néanmoins les expériences faites par Bichat, Nysten et d'autres physiologistes distingués avaient établi que le gaz acide carbonique n'agit sur les organes de la respiration que comme gaz irrespirable, c'est-à-dire privé d'oxygène à la manière de l'azote, mais qu'il ne possède point par lui-même de propriétés toxiques ou délétères. »

« Bichat et Nysten se sont trompés, dit Collard de Martigny, en avançant que le gaz carbonique est mortel uniquement parce qu'il est privé d'oxygène libre; nous sommes obligés de reconnaître dans ce gaz une propriété active, délétère, moindre que celle du chlore, de l'hydrogène sulfuré, mais bien réelle, prompte, énergique.

« L'acide carbonique commence la série des gaz délétères. Il produit une asphyxie prompte lorsqu'il est inspiré *pur*, et il ne peut même être mélangé à l'air, dans une

faible proportion, sans déterminer des accidents à la vérité plus lents, mais non moins funestes. Priestley (1) le constatait dès 1772, et, depuis lors, des expériences variées à l'infini sont venues confirmer ce fait aujourd'hui vulgaire. Les mélanges d'air et d'acide carbonique ne sont plus respirables dès que ce dernier y entre pour plus de 10 pour 100; déjà même on ressent quelque malaise dans un air vicié par la respiration, et dans lequel la proportion d'acide carbonique atteint seulement 1 pour 100. L'évanouissement et la perte du sentiment se manifestent d'ailleurs assez longtemps avant la mort, ce qui permet souvent de ranimer, à l'air libre, un animal qui semblait complétement asphyxié par l'inhalation du gaz carbonique. Toujours est-il que ce gaz ne provoque pas l'asphyxie par simple privation d'oxygène, comme d'autres gaz; beaucoup plus soluble dans le sang que l'azote et l'hydrogène, il s'y introduit facilement et exerce une action stupéfiante sur les centres nerveux. Berzélius (ouvr. cit., t. VII, p. 107) affirme que le gaz carbonique, au moment de son introduction, irrite la glotte et y détermine une contraction spasmodique; mais ce phénomène est loin d'avoir lieu d'une manière constante.

« L'hydrogène et l'azote ne sont pas nuisibles à l'économie animale lorsqu'ils sont mélangés à une quantité d'air respirable suffisante pour opérer la sanguification. L'acide carbonique, au contraire, cause des accidents funestes et même la mort, malgré la mixtion d'une proportion considérable d'oxygène. Une foule de faits justifient cette proposition; je vais en citer quelques-uns :

(1) *Expériences et observations sur différentes espèces d'air*, trad. de Gibelin, Paris, 1777, tome I, page 44.

« 1° Si l'acide carbonique était seulement non respirable, il est clair qu'en le mélangeant avec l'oxygène dans la proportion de 79 à 21 il devrait jouer absolument le même rôle dans la respiration que l'air atmosphérique. Or j'ai constamment vu périr dans moins de deux minutes et demie de petits oiseaux adultes que j'avais plongés sous une cloche assez grande, remplie d'un air factice de 79 d'acide carbonique sur 21 d'oxygène.

« 2° Bien plus, si, au lieu de ces proportions atmosphériques, on opère une combinaison inverse de 79 d'oxygène et de 21 d'acide carbonique, les oiseaux qu'on y enferme meurent au bout de deux à quatre minutes (1), et cependant, après ce terme, une bougie brûle encore avec une vive déflagration dans l'air méphitique ! D'après ces faits, on expliquera facilement les observations suivantes :

« L'azote et l'hydrogène, gaz méphitiques, mais non délétères, ne deviennent funestes à l'organisation des mammifères qu'après six, huit, dix et douze minutes, et à celle des poissons et des reptiles qu'après plusieurs jours ou plusieurs heures, selon l'espèce d'animaux, leur âge, la température du milieu qui les environne, etc.

« L'acide carbonique, au contraire, détermine constamment la mort des vertébrés à sang chaud au bout de soixante-dix secondes, de deux ou, au plus tard, de deux minutes et demie. Des expériences nombreuses et directes sur plusieurs espèces de quadrupèdes et d'oiseaux, tels

(1) Les travaux de M. Claude Bernard ont démontré que, dans une atmosphère ainsi composée, le poumon absorbe l'acide carbonique seul, tandis que l'oxygène pur, n'étant pas absorbé, devient plus incapable d'entretenir la vie que ne le serait la même quantité d'air atmosphérique.

que lapins, cabiris, moineaux, linots, etc., à des températures différentes, ne l'ont prouvé évidemment. »

« Je présumai, continue Collard de Martigny, que les poissons et les batraciens vivraient aussi moins longtemps dans l'acide carbonique que dans l'eau non aérée, l'azote et l'hydrogène; mais il était curieux d'en acquérir la preuve directe au moyen de l'expérience. Les résultats obtenus ont surpassé mon attente.

« 1° Dans de l'eau de Seine non bouillie (renfermant, par conséquent, une certaine quantité d'oxygène) tenant en dissolution les trois quarts environ de son volume d'acide carbonique et à 12° Réaumur, je plongeai successivement des ablettes (cyprin. alburnus), des barbillons (cypr. barbus), des goujons (cypr. gobius) et de petites perches (perca fluviatilis); je les empêchai de venir expirer l'air à la surface dé l'eau, au moyen d'un diaphragme de fils de fer. Plusieurs périrent avant la sixième minute; aucun ne vécut au delà de dix-sept minutes trente-trois secondes.

« 2° Après avoir chassé l'air contenu dans les poumons de six grenouilles par la pression, sous l'eau, des côtés du thorax, je les enfermai successivement sans le diaphragme dans de l'eau semblable à celle de l'expérience précédente et à la même température à peu près : je les en retirais toutes sans vie, après quinze ou, au plus tard, vingt-sept minutes; asphyxie d'une étonnante promptitude, si on la compare à celle produite par l'eau non aérée qui entretient leur vie de huit à douze heures (Edwards, p. 2, chap. XII). Encore ne faut-il pas oublier que le peu de concentration de l'acide carbonique liquide et le mélange de ce gaz avec une partie d'oxygène diminuent probablement son activité.

« 3° Les résultats de l'asphyxie des grenouilles par l'a-

cide carbonique gazeux sont plus remarquables encore. M. Edwards fixe d'un à cinq jours la durée de la vie des grenouilles asphyxiées dans l'air par strangulation. Privés des gaz que renfermaient leurs poumons et plongés dans l'acide carbonique gazeux, ces batraciens y périssent à la huitième, dixième, douzième ou quinzième minute, la température étant supérieure à 8 et inférieure à 16 degrés Réaumur.

« Il est donc vrai encore que l'action asphyxique de l'acide carbonique gazeux ou dissous dans l'eau est incomparablement plus prompte que celle de l'azote ou de l'hydrogène et que les effets de la strangulation des batraciens. »

« Si nous jetons un coup d'œil rapide sur les symptômes de l'asphyxie par le gaz azote et hydrogène et par l'acide carbonique, ajoute Collard de Martigny, nous y découvrirons encore des différences très-marquées, propres à caractériser la nature de leur action respective.

« Les deux premiers de ces gaz ne nuisant primitivement qu'à la sanguification, tous les signes de l'asphyxie qu'ils déterminent doivent naître principalement de l'altération de cette fonction ; et, en effet, la gêne, la douleur, l'élévation, l'accélération de la respiration, une suffocation imminente, un affaiblissement progressif du corps et des sens, comme stupéfiés par la circulation d'un sang veineux dans les artères, sont les symptômes principaux et ordinaires de cette asphyxie.

« Mais, si nous examinons, au contraire, ceux qui résultent de l'action de l'acide carbonique, nous les trouvons dominés par une lésion profonde de l'encéphale, les vertiges, les bourdonnements d'oreilles, le trouble de la vue, l'extinction ou la perversion des fonctions sensitives, l'abolition partielle ou totale du tact et de la sensibilité, un

hoquet convulsif, la céphalalgie, l'assoupissement, le coma, un délire concentré; enfin la série entière des accidents nerveux assiégent, en variant d'intensité et de nature, l'animal asphyxié par cet acide gazeux. Tous les autres symptômes, tels que la difficulté de la respiration, la suffocation, etc., sont *entièrement secondaires;* et même, presque constamment, ils n'ont pas encore acquis un développement essentiellement *mortel*, lorsque la mort survient par l'exaltation des premiers. La plupart des observations, et surtout les expériences sur l'asphyxie des animaux à sang chaud, des poissons et des batraciens que j'ai rapportés plus haut, ne laissent aucun doute à cet égard.

« L'immense différence qui existe entre le danger de l'asphyxie par le gaz hydrogène et azote ou par l'acide carbonique est rendue bien plus évidente encore par l'expérience. Un petit animal, tel qu'un moineau, plongé dans l'azote ou dans l'hydrogène, en est-il retiré après trois, quatre ou cinq minutes, il est sans mouvement... Cependant, qu'on lui fasse respirer de l'ammoniaque, qu'on l'expose ensuite au grand air, il revient assez promptement à la vie; tout ressentiment de l'asphyxie disparaît bientôt. Mais un autre animal de même espèce, de vigueur et de volume égaux, a-t-il subi, une minute, cinquante-six, quarante-cinq secondes même, l'influence respiratoire de l'acide carbonique, vingt-huit fois sur trente il périra, malgré qu'on le soumette rapidement à l'odeur de l'ammoniaque et à l'air atmosphérique. Cependant il n'était pas encore privé de mouvement; il respirait encore, ses membres étaient agités de convulsions. Que, s'il évite une mort presque certaine, faible, languissant, couché sur le côté, il exprime l'abattement et la prostration vitale. A

peine, au bout de quelques heures, d'un jour entier, a-t-il recouvré quelques forces et de la vigueur.

« Un vigneron vigoureux et jusque-là bien portant s'asphyxie en refoulant une cuve de raisins. Sa figure, légèrement tuméfiée, est très-rouge; les yeux sont humides et étincelants; la respiration paraît suspendue entièrement, mais une glace, présentée sous le nez, se trouve légèrement ternie; l'action du cœur et les pouls sont insensibles. Le malade, traité convenablement, semble renaître un instant par cette persévérance de soins; on le croit sauvé. Mais tantôt le délire, tantôt le coma persistent. On essaye de nouvelles stimulations, une saignée de pied, l'application de seize sangsues aux tempes, des dérivatifs, etc.; vains efforts, le malade succombe aux accidents secondaires. »

Collard de Martigny conclut de l'observation ci-dessus que l'asphyxie par le gaz carbonique se complique souvent d'accidents cérébraux sérieux et graves et différents de ceux de l'asphyxie ordinaire.

« Je ne disserterai point longuement, continue l'auteur, pour déterminer la nature de cette action sur l'économie animale; je me contenterai de reconnaître, avec Bergmann et contre le sentiment de la majeure partie des auteurs modernes, qu'il affecte *principalement* et *primitivement* les organes nerveux et cérébraux. Et, en effet, presque tous les symptômes qu'il provoque annoncent une lésion profonde des fonctions encéphalgiques; le développement en est rapide, les effets terribles et instantanés; un collapsus général existe pendant la vie; après la mort, l'extinction de toute irritabilité. Chaptal et Fodéré me paraissent admettre implicitement l'opinion de Bergmann; car les faits cités dans les ouvrages de ces deux savants ne

peuvent recevoir aucune autre explication raisonnable.

« Des différences nombreuses, irrécusables, essentielles, dit en terminant Collard de Martigny, existent donc entre l'asphyxie par l'acide carbonique et celle que produisent l'azote et l'hydrogène.

« Et nous sommes obligés de reconnaître dans le gaz carbonique une propriété délétère, active, prompte, énergique et bien réelle. »

A l'occasion des expériences de Collard de Martigny, M. Roche a rappelé (*Archives générales de médecine*, 1827, tome XIV, page 223) les observations qui l'ont conduit à cette triple conséquence :

1° Le gaz carbonique n'est pas seulement un gaz non respirable, et son action n'est pas purement mécanique.

2° Elle est irritante.

3° Elle porte sur le cerveau.

Georget avait déjà mentionné, en 1823, les accidents cérébraux résultants de l'asphyxie incomplète produite par les vapeurs du charbon.

Suivant Muller (1), l'acide carbonique appartient à la classe des acides délétères; car il ne provoque pas la toux, alors même qu'on le respire en grande quantité; il narcotise et détermine l'asphyxie, sans aucun symptôme de suffocation. L'air atmosphérique qui en contient plus de 10 pour 100 ne tarde pas à causer la mort. Tous les gaz délétères font périr aussi les animaux dans le sang desquels on en injecte une petite quantité.

Les recherches plus récentes d'un physiologiste anglais, Snow, semblent venir à l'appui de l'opinion de Collard

(1) *Physiologie*, page 216.

de Martigny : des oiseaux et de petits mammifères, ayant été plongés dans un mélange gazeux composé de 21 parties d'oxygène, 59 parties d'azote et 20 parties d'acide carbonique, y succombèrent assez rapidement ; mais la mort fut encore plus prompte dans une atmosphère un peu moins riche en oxygène et ainsi composée : oxygène, 19,75 ; azote, 74,25 ; acide carbonique, 6.

Cette dernière série d'expériences de Snow, comparée à la première, ferait croire que, si l'augmentation de l'acide carbonique doit être admise comme une cause de mort par l'air confiné, la diminution de la proportion normale d'oxygène contribue aussi, pour une notable part, à hâter cette fin funeste. Rappelons, à ce propos, que le même observateur a vu des oiseaux périr, en moins d'une heure, dans un mélange gazeux contenant 15 pour 100 d'oxygène et 85 d'azote, quoiqu'il eût pris la précaution d'absorber l'acide carbonique au fur et à mesure de son exhalation, et aussi de placer les animaux sous des cloches suffisamment grandes pour leur permettre d'y vivre, durant deux heures, quand elles étaient pleines d'air ordinaire. — Voyez la note de la page 208.

Aux expériences de Collard de Martigny, de Snow, etc., on oppose celles de MM. V. Regnault et Reiset. Ces habiles expérimentateurs ont fait séjourner, pendant plusieurs heures, des chiens et des lapins dans des cloches dont l'air renfermait jusqu'à 23 pour 100 d'acide carbonique, et ces animaux n'en auraient éprouvé aucun effet appréciable. Il faut ajouter cependant que le milieu dans lequel ils étaient plongés contenait en même temps 30 à 40 pour 100 d'oxygène, et que ce gaz vivifiant était rendu aux animaux à mesure qu'ils l'absorbaient. MM. Regnault

et Reiset concluent « que la respiration des mammifères est possible dans de l'air très-chargé d'acide carbonique, pourvu que la quantité d'oxygène y soit en même temps considérable. »

Quant à nous, nous pensons que l'acide carbonique, comme l'hydrogène ou l'azote, n'est qu'insuffisant ou impropre à la respiration et qu'il n'a pas d'action toxique ou délétère directe sur l'organisme. Lorsque l'acide carbonique se trouve en quantité notable dans l'air inspiré, il a pour effet : 1° d'arrêter ou de gêner le dégagement de l'acide carbonique du sang veineux; 2° d'introduire dans les organes respiratoires, déjà surchargés d'acide carbonique, une nouvelle quantité de ce gaz qui est inhalé avec l'air inspiré; 3° enfin d'empêcher le sang d'absorber de l'air dans le poumon, de s'oxygéner, en un mot, de s'opposer à la substitution d'un gaz à l'autre dans les globules sanguins; de telle sorte que l'acide carbonique, qui est produit dans l'organisme, et celui qui est introduit avec l'air respiré, finissent par s'accumuler outre mesure dans le sang, qui bientôt prend les caractères du sang veineux, impropre à l'entretien de la vie.

Or l'on sait qu'une diminution un peu considérable dans l'oxygénation du sang est capable de causer la perte de sensibilité et de contractilité qui constituent essentiellement l'anesthésie.

Ainsi, lorsqu'une cause mécanique, quelconque, s'oppose à la libre entrée de l'air dans les poumons, ou lorsque le milieu gazeux qui entoure l'animal ne contient pas d'oxygène ou n'en contient que des proportions insuffisantes, la sortie de l'acide carbonique du sang se trouve diminuée. Le sang se débarrasse incomplétement ou ne se débarrasse plus de ce gaz, dans son passage à travers les poumons;

alors, recevant peu ou point d'oxygène et recevant toujours de l'acide carbonique (produit incessant des combustions de nutrition), il ne tarde pas à acquérir les qualités du sang veineux. A cet état, il est impropre, ainsi que l'a démontré Bichat, à entretenir régulièrement les fonctions nerveuses. Des troubles du côté des organes des sens surviennent et ouvrent le cortége des phénomènes d'asphyxie. Le sang veineux qui a perdu son pouvoir vivifiant sur le système nerveux réagit d'ailleurs, par l'intermédiaire de ce système, sur les battements du cœur, qui sont altérés dans leur énergie et dans leur rhythme. La circulation capillaire, et notamment celle des poumons, devient embarrassée. Ces derniers phénomènes, conséquence immédiate de la non-oxygénation du sang, du trouble nerveux de la circulation pulmonaire, déterminent l'asphyxie.

Le cerveau cesse donc d'agir lorsque le cœur lance au cerveau un sang noir qui abolit l'action de cet organe. Bichat a montré d'abord que le sang rouge n'est nullement capable d'altérer les fonctions cérébrales; il a prouvé ensuite que le sang noir a réellement cet effet. Après avoir fait beaucoup d'expériences, il est arrivé aux conclusions suivantes : « Le sang noir agit sur le cerveau comme sur le cœur, c'est-à-dire en pénétrant le tissu de cet organe, et en le privant par là de son excitant naturel. C'est de la même manière que meurent les autres organes. »

Ce n'est donc point par une action propre et directe sur le système nerveux, ni sur le cœur, ni par la coagulation de l'albumine que l'acide carbonique détermine les phénomènes d'anesthésie et d'asphyxie; c'est en augmentant les proportions du carbone dans le sang, en transformant le sang artériel en sang veineux incapable d'entretenir

les propriétés vitales. Il y a plus, c'est non-seulement l'acide carbonique, mais encore toute la série des corps carbonés, volatils ou gazeux, qui est douée du pouvoir anesthésique ; plus ces corps sont carbonés, plus ils possèdent ce pouvoir.

En effet, le carbone est l'un des éléments constants, qui se trouvent dans toutes les substances reconnues comme anesthésiques. Ainsi :

L'amylène....................	=	$C^{10}\ H^{10}$
L'oxyde de carbone..............	=	$C^2\ O$
L'acide carbonique..............	=	$C^2\ O^2$
L'éther sulfurique..............	=	$C^4\ O\ H^5$
Le chloroforme.................	=	$C^2\ H\ Cl^3$

L'alcool présente la composition suivante :

Carbone....................	52,67	=	C^4
Hydrogène..................	12,90	=	H^6
Oxygène....................	34,43	=	O^2
	100,00		

Le carbone est donc le seul et unique principe, auquel il faut rapporter les phénomènes d'excitation et d'anesthésie, qui se manifestent et se succèdent dans l'emploi de toutes les substances dites anesthésiques. (*M. Ozanam.*)

Déjà, en 1856, un chimiste distingué, M. S. Dumoulin (la *Science pour tous*, p. 398) avait émis l'idée que « plus les corps contiennent de carbone et d'une élimination plus facile, plus leurs propriétés anesthésiques doivent être puissantes. »

Suivant quelques auteurs, l'éther sulfurique n'agirait comme anesthésique qu'après s'être décomposé en gaz

acide carbonique, et précisément parce qu'il se décompose ainsi :

Il brûle en prenant l'oxygène qui, sans cette combustion, servirait à produire l'hématose.

En d'autres termes, quand on respire de l'éther, il se décompose dans le torrent circulatoire, et cette décomposition, qui n'est autre qu'une combustion, donne lieu à la formation abondante de gaz acide carbonique.

Cependant il résulte d'expériences faites avec beaucoup de soin par MM. Lallemand, Perrin et Duroy, que l'alcool, l'éther, le chloroforme, etc., inhalés, ne sont point décomposés ni détruits dans l'économie ; qu'ils sont exhalés en nature par les voies respiratoires, urinaires, par la peau, etc.

Mais en admettant avec ces observateurs éclairés, que les agents dont il s'agit ne sont point décomposés dans l'économie, il n'est pas moins vrai que les anesthésiques sont des corps très-chargés de carbone, et il se peut très-bien que, par leur grande volatilité, ils puissent impressionner de prime d'abord et directement les centres nerveux.

Suivant MM. Ville et Blandin, la vapeur d'éther, en pénétrant dans le sang, y acquiert une force de tension en rapport avec la température du liquide dissolvant. Dès lors l'éther tend à se substituer à l'acide carbonique préalablement dissous dans le sang, et une partie seulement de ce gaz, ainsi déplacée et en excès, s'échappe par la surface pulmonaire au moment de l'expiration.

La physique enseigne que, en pénétrant dans le sang par inspiration, les vapeurs anesthésiques laissent introduire moins d'air, moins d'oxygène qu'il n'en pénètre à l'état normal. (*M. Robin.*)

MM. Ville et Blandin ont établi, en 1847, que (1),

Pendant l'éthérisation, l'air expiré renferme moitié plus d'acide carbonique que dans l'état normal, et que l'exhalation d'acide carbonique augmente à proportion que la sen sibilité s'affaiblit, et diminue à mesure que la sensibilité revient.

Voici le résumé des expériences qui ont conduit à ce résultat :

Expériences.	Acide carbonique produit pendant la respiration normale.	Acide carbonique produit pendant l'anesthésie.	Proportion de l'éther contenu dans l'air inhalé.	Durée de l'inhalation.
1	2,41	4,84	6,70	2′,30″
2	3,05	4,38	12,17	»
3	2,79	3,11	12,00	4 ,00
4	1,36	3,32	12,68	4 ,00
5	2,04	4,42	14,11	2 ,30

Il est facile de voir, en suivant les colonnes, que, pendant l'éthérisation, le poumon rejette une quantité d'acide carbonique qui peut aller au double de ce qui est rejeté pendant la respiration normale. (*M. Ozanam.*)

Les vapeurs d'éther ou de chloroforme inspirées en quantité suffisante, avec l'air atmosphérique pour produire l'anesthésie, s'opposent, d'une part, à l'exhalation et à la sortie normale du gaz carbonique du sang veineux, mais encore à l'imprégnation du sang par une quantité d'air aussi considérable que dans l'état normal et à la transformation du sang noir en sang rouge. De plus, non-seulement elles laissent dans le sang le gaz carbonique qui peut s'y trouver, mais elles ajoutent par leur décomposi-

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences.*

tion une quantité nouvelle et considérable d'acide carbonique dans le sang.

Les autopsies opérées à la suite d'empoisonnement par l'éther ont fait voir que l'état des organes est celui qu'on observe à la suite des asphyxies ; le sang est noir, fluide, et il engorge les poumons, le foie, la rate, et enfin tout le système vasculaire à sang noir. (*M. Robin.*)

MM. Béraud et Gosselin ont vu plusieurs fois, dans des autopsies, un dégagement spontané de gaz carbonique dans le sang (1).

Voulant savoir quels phénomènes physiologiques précéderaient la mort par asphyxie et se produiraient aux *doses insuffisantes* pour la déterminer, M. Ed. Robin a étudié l'influence exercée chez les divers animaux par une diminution d'oxygène graduellement portée jusqu'à la suppression complète. Il se trouve que non-seulement, comme on le savait déjà, la combustion du sang est, dans tous les animaux, essentielle à l'activité de la vie, mais encore que, dans tous, la quantité de vie est en proportion de la quantité de combustion qui s'y est opérée.

« Par son action sur les centres nerveux, l'inhalation des gaz carbonés, celle des vapeurs d'éther ou de chloroforme anéantit la sensibilité. Ces vapeurs placent l'homme et les animaux dans une sorte d'ivresse rapide et momentanée ; la peau perd sa sensibilité, les organes des sens deviennent ensuite insensibles à leurs excitants naturels ; l'organe de l'ouïe est celui qui s'endort le dernier. Il arrive souvent que le patient auquel on pratique une opération douloureuse entend ce qu'on dit autour de lui, et même voit confusément l'opérateur, bien qu'il n'ait pas la con-

(1) M. Béraud, *Physiologie*, page 290.

science de ce qu'on lui fait. Quelquefois il semble exprimer de la douleur par des cris ou par des contractions dans les muscles du visage, et cependant il ne se souvient plus de rien au réveil. Lorsque l'éthérisation ou la chloroformation est complète, les muscles sont devenus lâches, leur contractilité s'est amoindrie, et, lorsqu'on les coupe, ils se rétractent bien moins que dans l'état normal. Lorsqu'un animal est profondément plongé dans le sommeil de l'éther ou du chloroforme, on peut constater que les excitants les plus énergiques sont incapables de susciter des contractions dans les muscles du tronc ou des membres (l'excitation, en effet, n'est pas sentie). Les muscles intérieurs, animés par le grand sympathique, perdent plus tard la contractilité; ils répondent encore aux excitants qui portent sur la membrane muqueuse, alors que les muscles extérieurs y sont devenus insensibles. » (*M. Béclard.*)

L'inhalation des anesthésiques (chloroforme, éther sulfurique, amylène) et celle des gaz carbonés font subir au système nerveux des modifications fonctionnelles qui se traduisent principalement par une anesthésie plus ou moins profonde. Mais, selon MM. Lallemand, Perrin et Duroy, les différences qui se manifestent dans les effets produits établissent une ligne de démarcation entre ces deux ordres de substances sous le rapport de l'action physiologique.

« Les anesthésiques agissent, disent ces observateurs, *primitivement* et *directement* sur l'axe cérébro-spinal. Ils abolissent successivement la sensibilité et la motricité de la moelle épinière, des racines nerveuses et du bulle rachidien. Ils s'accumulent dans les centres nerveux en proportion considérable. Il est alors naturel d'admettre que l'imprégnation de la matière nerveuse par les anes-

thésiques est la cause déterminante matérielle des troubles progressifs produits dans les fonctions du système nerveux.

« Le gaz carbonique, au contraire, exerce primitivement une influence spéciale sur le liquide sanguin. L'acide carbonique donne au sang artériel des qualités apparentes du sang veineux; l'oxyde de carbone altère l'état et les propriétés des globules du sang, qu'il empêche de se modifier dans le système capillaire.

« Les fonctions du système nerveux ne sont pas perverties aussi profondément par l'influence nuisible du sang ainsi altéré qu'elles le sont par l'action des anesthésiques. En effet, l'acide carbonique et l'oxyde de carbone ne parviennent pas à abolir complétement la sensibilité et la motricité de la moelle et des nerfs.

« Il nous semble donc que les phénomènes d'anesthésie développés par l'inhalation de ces deux gaz doivent être regardés comme le résultat secondaire des altérations survenues dans la constitution du fluide sanguin.

« En résumé, disent ces auteurs, les anesthésiques dépriment et éteignent les fonctions du système nerveux : leur action progressive suspend ensuite la respiration, qui est sous l'influence de la moelle allongée. Ils déterminent donc une anesthésie primitive ou directe et une asphyxie consécutive ou indirecte.

« L'acide carbonique et les gaz carbonés modifient les propriétés du liquide sanguin et l'empêchent d'entretenir l'innervation. Ils produisent primitivement l'asphyxie, ou font obstacle aux actes de l'hématose, et ils déterminent une anesthésie consécutive ou indirecte. »

Déjà, un savant illustre, des plus justement estimés, M. Flourens, avait dit : « Il y a un rapport réel, une ana-

logie marquée entre l'éthérisation et l'asphyxie; mais, dans l'asphyxie ordinaire, le système nerveux perd ses forces sous l'action du sang noir, du sang privé d'oxygène; et, dans l'éthérisation, le système nerveux perd d'abord ses forces sous *l'action directe* de l'agent singulier qui la détermine. C'est là qu'est la différence. »

Cependant, si l'on admet, ainsi que nous l'avons vu plus haut, que les vapeurs du chloroforme, d'éther, d'amylène sont des gaz carbonés, que ces gaz agissent par le carbone qu'ils contiennent, que l'éthérisation introduit dans le sang une quantité considérable d'acide carbonique, on aura peine à se rendre raison de la distinction, faite par les auteurs de l'intéressant travail que nous venons de citer, des anesthésiques *vrais* et des pseudo-*anesthésiques*; il ne doit y avoir de différences que dans le degré plus ou moins grand de rapidité ou d'intensité des effets résultants des proportions du carbone, du degré de concentration, de volatilisation ou d'absorption de l'agent anesthésique.

Peut-être ces différences ne tiendraient-elles qu'à la grande volatilité de l'agent, l'éther, chloroforme, tandis que le gaz carbonique est fixe; car, suivant M. *Ed. Robin*, aucun anesthésique n'exerce par *lui-même* d'action sur le système nerveux; l'action est toujours exercée sur le sang, et c'est ce fluide modifié, qui modifie ensuite l'action nerveuse.

TROISIÈME PARTIE.

THÉRAPEUTIQUE.

DES APPLICATIONS DE L'ACIDE CARBONIQUE A LA THÉRAPEUTIQUE.

Considérations générales.

Dans les chapitres qui précèdent, nous avons exposé minutieusement et en détail les diverses propriétés physiques et chimiques du gaz carbonique; nous avons insisté à dessein sur l'action physiologique qu'exerce cet agent sur les divers systèmes d'organes ainsi que sur leurs fonctions et sur le rôle qu'il remplit dans l'économie des animaux.

Car c'est de l'étude et de l'examen raisonné de ces faits fondamentaux que doivent ressortir les applications utiles de cet agent à la thérapeutique.

Si l'on examine, dans leur ensemble, les faits nombreux que nous avons énumérés, les propriétés physiques, chimiques et physiologiques de l'acide carbonique, on verra bientôt que les applications de cet agent à l'art de guérir doivent être nombreuses et variées, et que l'acide carbonique est appelé à prendre une place importante parmi les agents les plus utiles et les plus précieux de la thérapeutique.

En effet, 1° il est un excitant énergique du système périphérique; il rappelle à la peau la chaleur et la vie,

il détermine une abondante transpiration, ou il la rétablit lorsqu'elle est supprimée.

2° Appliqué à la surface des plaies et des ulcères, il apaise et diminue la douleur par ses propriétés *analgésiques* et sédatives ; il calme et diminue les douleurs nerveuses et rhumatismales ; il constitue un agent *anesthésique* des plus précieux ; il apaise promptement les souffrances causées par diverses affections, notamment celle du col et du corps de l'utérus ; il facilite la résolution des engorgements de cet organe.

3° Comme *antiseptique* et *désinfectant*, il assainit promptement les plaies et les ulcérations de mauvaise nature ; ses propriétés antiputrides le rendent très-utile dans les fièvres typhoïdes et pernicieuses, et dans les affections résultant de résorptions purulentes.

4° Il hâte et favorise notablement la *cicatrisation* des plaies.

5° Comme *excitant du système vasculaire*, il rappelle les flux menstruel, hémorroïdal, lorsqu'ils sont accidentellement supprimés.

6° Comme agent chimique, il tient en dissolution, à l'état de bicarbonate, l'élément calcaire qui constitue les os, il sert à leur renouvellement et à la formation du cal.

Il attaque et décompose les phosphates et les urates qui forment la base des calculs vésicaux, des concrétions goutteuses, de la gravelle, etc. Il peut être avantageusement employé contre ces maladies.

7° Administré sous la forme d'inhalation et mélangé avec l'air ou la vapeur d'eau, ou en dissolution dans l'eau, il est souvent très-utile contre certaines affections ou ulcérations du larynx, des voies respiratoires et du poumon.

8° Dissous dans l'eau et ingéré sous la forme d'eau ga-

zeuse, il stimule l'appétit, favorise la digestion et constitue une boisson hygiénique et très-salutaire.

Telles sont, en peu de mots, les propriétés thérapeutiques générales du gaz acide carbonique et les applications principales que l'expérience a déjà indiquées et confirmées pour la plus grande partie.

Ainsi que nous l'avons déjà dit (page 46), l'acide carbonique ne fait qu'entrer chez nous dans le domaine de la thérapeutique ; mais il ne tardera pas à prendre la place importante qu'il doit y occuper.

Aujourd'hui les propriétés physiologiques et thérapeutiques de l'acide carbonique sont mieux connues ; les circonstances dans lesquelles l'administration de ce gaz peut être tentée avec une légitime espérance de succès sont bien déterminées ; on peut donc faire usage, d'une manière rationnelle et avec une entière sécurité, de ce précieux agent.

Au surplus, de même qu'il est arrivé pour l'antimoine, pour l'émétique, pour la vaccine et l'éthérisation, les effets thérapeutiques du gaz carbonique ont été exaltés, exagérés par les uns, niés ou dépréciés par les autres ; mais, quoique cet agent médicamenteux ne doive assurément pas être considéré comme une panacée, néanmoins il produit sur l'économie des effets très-remarquables ; il a souvent opéré des guérisons inespérées de maladies qui avaient résisté à d'autres médications très-rationnelles.

Nous allons étudier successivement les applications dont l'acide carbonique est susceptible pour le traitement 1° des maladies externes et chirurgicales, 2° des maladies des organes, de la digestion, de la respiration, du système nerveux, des organes génito-urinaires, etc.

LIVRE PREMIER.

MALADIES EXTERNES ET CHIRURGICALES.

CHAPITRE PREMIER.

PLAIES, ULCÉRATIONS, SUPPURATIONS, ETC.

Le gaz carbonique possède des propriétés importantes et bien précieuses pour le traitement des plaies et des ulcérations.

Il est tout à la fois *analgésique*, *anesthésique*, *désinfectant*, *cicatrisant* et *résolutif*.

1° Il est analgésique, c'est-à-dire qu'il diminue, apaise ou engourdit la douleur.

2° Il désinfecte les plaies de mauvaise nature et diminue la mauvaise odeur de la suppuration.

3° Il favorise puissamment la cicatrisation des plaies et des ulcérations, il les fait sécher promptement; il modifie et améliore la nature et les qualités du pus; il accélère la guérison.

4° Il est *résolutif*, c'est-à-dire qu'il a la propriété de favoriser la résolution d'engorgements et de tumeurs de nature diverse.

1. Action analgésique.

Les propriétés analgésiques du gaz carbonique sont connues depuis longtemps.

Nous avons déjà cité Pline le Naturaliste, qui rapporte

que les vapeurs produites par la poudre d'un marbre d'Égypte, arrosé avec du vinaigre, ont la propriété d'apaiser et de calmer les douleurs les plus vives (1).

Nous avons aussi mentionné les expériences faites à ce sujet par Pervical, Ingenhousz, Priestley, Beddoës, M. Vernière, etc. Voyez page 162 et suivantes.

Voici ce qu'écrivait, en 1794, Ingenhousz :

« Appliquez, dit Ingenhousz à Beddoës, sur votre doigt un vésicatoire, pour mettre à nu la peau sensible : le contact de l'air vous fera éprouver de la douleur; placez alors votre doigt dans l'air vital (oxygène), la douleur augmentera, et, si vous l'exposez dans l'air fixe (gaz carbonique), la douleur diminuera ou cessera. »

C'est alors que Beddoës institua les expériences suivantes :

1° L'épiderme d'un vésicatoire appliqué sur le doigt fut coupé dans l'acide carbonique, après que toute action des cantharides eut cessé; point de douleur.

2° Un second vésicatoire fut ouvert à l'air libre; douleur vive. Dans une vessie remplie d'acide carbonique, la douleur cesse bientôt.

3° Un troisième vésicatoire fut dénudé et placé dans l'oxygène : la douleur fut telle, que le sujet croyait qu'on avait jeté du sel sur la plaie. Dans l'acide carbonique, la douleur cédait tout à fait dans l'espace de deux minutes, pour reparaître aussitôt que la partie dénudée était replacée sous l'influence atmosphérique.

M. Salva, ayant répété sur lui même l'expérience de Beddoës, trouva que l'action analgésique du gaz n'était pas

(1) Voyez page 162.

aussi rapide que Beddoës l'avait annoncé. Mais M. Salva dit aussi qu'il était resté de l'air atmosphérique dans le manchon qui avait servi à son expérience (thèse, p. 15), et la présence de l'air a dû certainement diminuer l'action analgésique du gaz carbonique.

Percival, qui, d'après les conseils de Priestley, avait essayé d'administrer le gaz carbonique dans divers cas d'ulcérations, en fit usage sur lui-même; ayant un aphthe ulcéré à la pointe de la langue, il trouva un grand soulagement dans l'application de l'air fixe à la partie affectée, tandis que tous les autres remèdes étaient restés sans effet : il tenait sa langue au-dessus d'un mélange effervescent de sous-carbonate de potasse et de vinaigre, d'où se dégageait en abondance du gaz carbonique; et, comme ce bain gazeux *apaisait toujours* la douleur et l'enlevait presque toujours à coup sûr, il y revenait toutes les fois que le tourment causé par l'ulcère était plus grand qu'à l'ordinaire.

John Ewart, de Bath, a publié, en 1794 (1), la relation de deux cas de tumeur ulcérée du sein, dans lesquels l'acide carbonique, appliqué à l'aide d'une vessie maintenue sur la plaie, *a calmé des douleurs très-intenses* et, de plus, a modifié très-avantageusement des plaies cancéreuses.

« En 1834, Mojon (2), professeur à Gênes, proposa de nouveau les insufflations d'acide carbonique pour com-

(1) M. Follin en a donné le résumé dans son mémoire sur l'anesthésie locale par l'acide carbonique. (*Archives générales de médecine*, novembre 1856, page 608.)

(2) *Bulletin général de thérapeutique*, tome VII, page 350, 1834.

battre les *douleurs* vives et poignantes qui se montrent souvent quelques heures avant l'apparition du flux menstruel chez des femmes atteintes d'aménorrhée incomplète.

Nous parlerons en détail du mémoire de Mojon dans l'article consacré particulièrement aux maladies des organes génito-urinaires.

Dans ce dernier temps, de nouveaux faits sont venus s'ajouter à ceux qui avaient été recueillis par les anciens et confirmer les opinions émises par eux.

A la suite de nos communications à l'Académie des sciences et à l'Académie de médecine, **1854-1855**, de nombreuses expériences, de nouvelles observations, des faits très-intéressants vinrent s'ajouter à ce que l'on savait déjà sur ce sujet.

M. Simpson, d'Édimbourg, fit, l'un des premiers, des applications régulières du gaz carbonique aux usages thérapeutiques, spécialement dans le traitement des affections de l'utérus et des maladies des organes sexuels chez la femme (1). Les injections vaginales du gaz carbonique ont procuré un *soulagement immédiat* et la guérison complète des malades. (Voyez, plus loin, *Maladies de l'utérus*.)

Dès que les recherches de M. Simpson furent connues en France, elles furent reprises par plusieurs chirurgiens, entre autres par MM. Follin, Maisonneuve, Broca, Demarquay, etc., qui vinrent tour à tour communiquer à la Société de chirurgie, ou publièrent dans les journaux de médecine de l'époque, les résultats qu'ils obtenaient.

(1) *Gazette des hôpitaux*, 1856, page 478. — *Gazette hebdomadaire*, 1856, page 755. — *Union médicale*, 13 septembre 1856.

M. Follin a employé les injections d'acide carbonique, d'après les indications de M. Simpson, sur trois malades, dont deux étaient affectées de cancer de l'utérus et le troisième d'un cancroïde de l'oreille. Dans ces trois cas, *la douleur a été supprimée* très-promptement. Le contact du gaz causait une légère chaleur (1).

Dans l'une de ces expériences, la malade, qui éprouvait des douleurs très-violentes à l'utérus, déclara, *au bout de quelques secondes* de l'injection du gaz carbonique, *qu'elle ne souffrait plus*. On renouvela, les jours suivants, les injections, et chaque fois les douleurs furent suspendues presque instantanément (2).

Depuis lors, d'autres essais ont été faits par plusieurs chirurgiens des hôpitaux avec des résultats qui confirment les bons effets de cette médication. Voici, entre autres, quelques-uns des faits constatés par M. Maisonneuve à la Pitié (3).

L'acide carbonique a été employé par M. Maisonneuve de deux manières; en douches et en applications continues.

Trois malades ont été traités par les douches; le premier est un homme affecté d'un cancroïde de la paupière inférieure et du front et d'une névrose partielle du frontal et des os propres du nez; cet homme souffrait cruellement et était privé de sommeil depuis longtemps. Après une première douche, *les douleurs disparurent*, le sommeil fut paisible durant toute la nuit. Le lendemain et le

(1) *Gazette des hôpitaux*, 1856, page 492.

(2) M. Follin, *Archives générales de médecine*, 1856, ome 2, page 608.

(3 *Gazette des hôpitaux*, 1856, page 502.

surlendemain, les douches ont été répétées avec le même résultat.

Le second malade, portait un cancer de la moitié inférieure de la face et supérieure du cou, avec fistule sous-mentonnière ; il était d'une sensibilité excessive, il pleurait et gémissait sans cesse. La douche, pratiquée par l'ouverture fistulaire, a *supprimé en grande partie la douleur*. Le lendemain matin, le malade était d'une tranquillité remarquable, relativement à son état habituel.

La troisième épreuve de ce genre a été faite chez une femme affectée d'un cancer de l'utérus. L'effet de l'acide carbonique a été chez elle instantané : l'injection, pratiquée au moyen d'une canule introduite dans le vagin, a *immédiatement produit du soulagement.*

D'autres malades ont été traités par l'application continue d'acide carbonique.

Le gaz était introduit dans un manchon en caoutchouc qui enveloppait hermétiquement le membre.

Un homme atteint d'un phlegmon étendu du membre inférieur était, à la date de la communication, depuis trois jours soumis à ce nouveau mode de pansement. La plaie marchait franchement vers la guérison ; les douleurs avaient *presque complétement disparu.*

Chez un deuxième malade, auquel M. Maisonneuve avait pratiqué la désarticulation carpo-métacarpienne du pouce pour une tumeur cancéreuse ulcérée, et qui avait vu se produire consécutivement un phlegmon de l'avant-bras ; dès la première application de ce pansement, *la douleur a cessé*, le sommeil est revenu et la plaie a pris un meilleur aspect.

On a fait aussi la remarque que, chez ces malades, l'ap-

plication continue du gaz acide carbonique a *complétement supprimé l'odeur* putride de la suppuration.

M. Ch. Bernard, suppléant de M. Andral à l'hôpital de la Charité, a fait aussi plusieurs expériences sur les effets du gaz acide carbonique employé contre diverses affections graves de l'utérus, cancers, métrites chroniques, etc.; nous rapporterons plus loin, dans l'article spécialement consacré aux maladies de l'utérus, les faits observés par M. Ch. Bernard.

En voici les conclusions:

« De ces tentatives on peut conclure que les injections d'acide carbonique *ont une action anesthésique locale incontestable*. Elles ont, en effet, dans tous les cas qui viennent d'être rapportés, *diminué rapidement les douleurs utérines*, dépendant soit d'un engorgement simple, soit d'un cancer du col. C'est là un fait pratique qui a son importance.

« Les accidents généraux qui se sont manifestés chez quelques malades ont été *très-légers* en général, et dans un cas seulement on a dû interrompre le traitement (1). »

M. P. Broca essaya également le gaz acide carbonique dans son service à l'hôpital de la Charité, une première fois sur un malade atteint d'une cystite chronique. Ce malade, sur lequel on avait vainement épuisé, en quelque sorte, les ressources de la thérapeutique pour calmer les vives douleurs qu'il éprouvait à la vessie, ne pouvait goûter aucun repos et était tourmenté du ténesme vésical le plus intense. Des injections de gaz acide carbonique furent tentées, et les douleurs se *calmèrent*, diminuèrent et permirent au malade de prendre, la nuit, quelques instants de repos, ce qui ne lui était pas arrivé depuis fort long-

(1) *Gazette des hôpitaux*, 1857.

temps. Voyez le chapitre relatif aux maladies de la vessie.

Un malade entré à l'hôpital de la Charité, dans le service de M. Broca, pour une brûlure de toute la main au deuxième et au troisième degré, faite par le gaz à éclairage, fut traité ainsi qu'il suit : on introduisit la main entière et une partie de l'avant-bras dans une vessie remplie de gaz acide carbonique ; les *douleurs si vives*, *si cuisantes se calmèrent aussitôt* et cessèrent jusqu'à ce que le gaz eût entièrement épuisé son action. *Ibid.*

« Nous avons vu employer l'acide carbonique une autre fois, dit M. Le Juge (1), chez une jeune femme de vingt-quatre ans, dont la menstruation était difficile et très-douloureuse, et qui, aux approches de ses règles, chaque mois, éprouvait des douleurs telles, qu'elle se roulait par terre. L'acide carbonique a très-bien réussi chez cette femme ; les douleurs ont *disparu* ou ont été *bien légères*, et le sang est apparu sans efforts et dans la quantité ordinaire. »

« Dans les métrites chroniques, où il a été employé, le gaz carbonique a *constamment diminué les douleurs* qui avaient résisté à toutes les autres médications tentées en vain. Il a réussi également dans les différentes formes d'engorgement du col de l'utérus, dans les engorgements hypertrophiques (hypertrophie, congestion de quelques auteurs) ; dans les engorgements avec induration (métrites chroniques) ; dans ceux avec ramollissement, tous accompagnés de vives douleurs qui ont *toujours été calmées* par l'acide carbonique, et, dans plusieurs cas, cet agent a eu, en outre, une action *résolutive* sur ces engorgements (2). »

(1) M. Le Juge, *Thèse*, 1858, page 29.
(2) *Ibid.*, page 30.

Voici les conclusions que M. Le Juge tire des nombreuses observations dont il a été témoin dans les affections graves de l'utérus :

« Les effets immédiats du gaz acide carbonique ont été de calmer des douleurs parfois très-vives chez certaines de nos malades : quelques-unes en ont éprouvé la cessation aussitôt la première injection. L'effet anesthésique, tantôt se maintenait toute la journée pour disparaître vers le soir, la malade prenait alors une seconde injection, et le bien-être recommençait pour durer jusqu'au lendemain matin ; tantôt la durée anesthésique du gaz n'était que de quelques heures. Quelques-unes ont pris trois injections gazeuses par jour ; la disparition des douleurs a été plus rapide et plus permanente chez celles-là. La difficulté a consisté d'avoir un appareil qui laissât échapper le gaz d'une manière continue ; cette indication remplie serait précieuse pour l'emploi de cet agent médicamenteux dans la thérapeutique.

« Les effets anesthésiques du gaz acide carbonique ont *toujours été promptement obtenus* dans *tous les cas* où nous l'avons vu employer (1). »

Les faits nombreux et authentiques que nous venons de rapporter établissent, d'une manière incontestable, les propriétés *analgésiques* du gaz carbonique, c'est-à-dire qu'il *diminue, apaise ou suspend les douleurs*, et que l'emploi de cet agent est de la plus haute utilité, pour épargner aux malades des souffrances atroces, qui caractérisent de cruelles affections, dont l'art médical n'a pu encore triompher jusqu'à ce jour.

Et n'est-ce pas déjà un immense résultat que de

(1) M. Le Juge, page 24.

pouvoir épargner ces cruelles souffrances aux malades ?

« Le rôle que joue la douleur dans les maladies est plus important que beaucoup de pathologistes ne le pensent. A lui tout seul, l'élément douleur est une cause puissante de maladie ; en combattant, en détruisant cet élément, on fait souvent cesser les accidents les plus graves (1). »

D'ailleurs, le but de notre art ne doit-il pas être, avant tout, de calmer la douleur ? Le malade qui ne souffre plus se croit à moitié guéri.

Dans plusieurs essais tentés sur le tégument sain et revêtu de son épiderme, par MM. Demarquay, Follin, Verneuil, on n'a pu obtenir l'insensibilité des parties par l'application locale du gaz.

M. Demarquay n'a pu produire l'anesthésie de la peau pour pratiquer une cautérisation dans un cas de névralgie sciatique. Il en fut de même d'injections dirigées dans la bouche d'un malade, auquel il devait ouvrir un abcès considérable. Il a encore fait des injections dans le rectum de malheureux malades affectés de cancer ; dans un cas il a obtenu du soulagement.

Il est évident que l'action du gaz doit être moins prompte, moins puissante sur un épiderme dur, épais, que sur les points où la peau est fine, souple et délicate.

Il est bien démontré, du reste, que l'acide carbonique agit avec beaucoup plus d'efficacité sur les surfaces dénudées que sur celles qui sont recouvertes de leur tégument.

L'analgésie de la peau recouverte de son épiderme est donc, en général, assez difficile à obtenir ; ce qui tient

(1) MM. Trousseau et Pidoux, tome II, page 152.

probablement au faible pouvoir absorbant du tégument sain ; c'est dans ces circonstances qu'il est utile de mélanger le gaz à la vapeur d'eau chaude.

L'intégrité de la peau ou des téguments n'est pas toujours un obstacle à l'action du gaz carbonique. Il en est de nombreux exemples ; M. Demarquay a obtenu un grand soulagement de l'emploi du gaz, dans des cas de névralgie utérine, sans aucune altération de l'organe.

Il ne faut donc pas admettre que l'acide carbonique ne puisse être d'aucune utilité pour calmer les douleurs, lorsque la peau n'est pas ulcérée. On a vu souvent, ainsi que nous l'avons dit, des douleurs névralgiques très-vives disparaître, comme par enchantement, en pénétrant dans le bain de gaz.

Du reste, on augmente considérablement l'action du gaz carbonique sur la peau en le mélangeant à de la vapeur d'eau.

Il se pourrait bien aussi que l'acide carbonique, sans action sur la peau saine, à l'état de sensibilité normale, réussît à calmer des hyperalgésies tégumentaires, surtout dans les régions recouvertes d'un épiderme très-mince.

Le symptôme *douleur* a des points de départ très-variés ; l'action du bain ou de la douche de gaz carbonique étant éminemment une action locale et superficielle, on comprend facilement qu'il ne puisse calmer des douleurs dont l'origine est profonde.

En résumé, si l'acide carbonique ne produit pas toujours du soulagement, il est incontestable que, dans la grande majorité des cas, il réussit à calmer les douleurs, celles même qui sont liées à une dégénérescence cancéreuse.

2. Action anesthésique.

Dans une note fort intéressante, ayant pour titre : *De l'acide carbonique en inhalation comme agent anesthésique efficace et sans danger, pendant les opérations chirurgicales*, par M. Ch. Ozanam (1), on lit ce qui suit :

« J'avais à ouvrir, dit l'auteur, un abcès profond chez un jeune homme ; je me servis, pour l'endormir, d'un mélange de trois quarts d'acide carbonique et d'un quart d'air atmosphérique.

« Ce mélange, contenu dans un sac de caoutchouc de la capacité d'environ 25 litres, fut disposé de telle manière que le malade pût le respirer en même temps qu'une certaine quantité d'air extérieur.

« Le sommeil fut obtenu au bout de deux minutes environ, et pendant ce temps j'observai deux phénomènes particuliers : 1° l'accélération du mouvement respiratoire ; 2° une sueur abondante du visage.

« Le malade étant endormi, je fis l'incision sans que le malade fît le moindre mouvement ou proférât la moindre plainte. Il y avait donc insensibilité complète. Je fis interrompre l'inhalation et donner le dernier coup de bistouri ; mais alors celui-ci fut ressenti d'une manière très-supportable, et le malade recouvra immédiatement connaissance. — Voyez pages 186-190 et suivantes.

3. Action antiseptique et désinfectante.

L'un des effets les plus constants et les plus précieux du gaz carbonique, c'est d'enlever la mauvaise odeur des

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 2 juin 1862, et *Gazette hebdomadaire*, 1862, page 379.

plaies, de les désinfecter, de les nettoyer, enfin d'améliorer la nature de la suppuration.

L'action désinfectante et réparatrice de l'acide carbonique fut connue en même temps que son action analgésique. Nous avons dit que, d'après les conseils de Priestley, Percival l'essaya avec succès contre le cancer et des ulcérations sordides. Voici d'ailleurs textuellement le passage de la lettre du chirurgien anglais à Priestley (1).

« On peut raisonnablement inférer que l'air fixe sera également utile, si on l'applique extérieurement aux ulcères sordides; et l'expérience confirme cette conclusion. Cet air, appliqué même à un cancer, a adouci la sanie, modéré la douleur et produit une meilleure digestion. Les cas que j'ai en vue sont maintenant dans l'hôpital Manchester, sous la conduite de mon ami, M. White.

« Deux mois se sont écoulés depuis que j'ai écrit ces observations (mai 1772). Le progrès des cancers semble être arrêté par l'air fixe, mais il est à craindre qu'on n'en obtienne pas la guérison. On peut cependant regarder comme une acquisition précieuse un remède palliatif dans une maladie aussi désespérée et aussi dégoûtante. »

D'autres chirurgiens anglais répétèrent les expériences de Percival. Mathieu Dobson exposa dans un traité spécial les avantages de l'acide carbonique dans les affections compliquées d'une disposition à la putridité; cependant il déclare ne l'avoir jamais vu produire, dans le cancer, d'autre effet que de corriger l'ichor.

En 1778, les membres de l'Académie de Dijon firent plusieurs essais d'application de l'air fixe; le succès répondit à leur attente et couronna leurs travaux.

(1) *Loc. cit.*, page 395.

« On nous mande, dit le *Journal de Paris*, 5 août 1778, que l'air fixe a guéri, à Nuits, un ulcère malin très-opiniâtre; qu'il a été sensiblement utile dans les maux de gorge gangréneux, dans un dévoiement grave, ainsi que dans une phthisie qui, à ce que l'on croit, était tuberculeuse.

« Les injections de cet air et la boisson de l'eau aérée ont calmé tous les accidents d'un cancer; on l'emploie dans ce moment, à l'hôpital de Dijon, sur un ulcère très-fétide à la main, dont les décoctions et les cataplasmes de quinquina augmentaient la fétidité, et qui, depuis l'usage de l'air fixe, tant en insufflations qu'en eau aérée, fut changé en plaie simple dans l'espace de six jours (1). »

L'acide carbonique, employé localement, est très-utile contre des inflammations indolentes ou asthéniques externes, qui ont une tendance vers la dégénérescence putride on gangréneuse; Rozier, Porter, Dobson et Gmelin ont fait, à ce sujet, des observations très-importantes. Les cataplasmes préparés avec des matières en fermentation (marc de raisin, levain, levûre de bière, etc.) sont aussi très-utiles dans ces cas. Néanmoins l'emploi du gaz est contre-indiqué, lorsque les affections locales sont purement sthéniques ou inflammatoires, ainsi que l'a observé Lallouette.

Rusch, Collin, Champaux et plusieurs autres ont guéri des ulcères anciens et de mauvaise nature avec des compresses imbibées d'eau carbo-gazeuse, avec des cataplasmes de matières fermentantes, avec des douches de gaz carbonique, ou enfin en maintenant les membres malades dans des réservoirs contenant du gaz carbonique. Graefe a obtenu plusieurs fois de bons résultats de l'emploi

(1) Sigaud de Lafond, page 78.

de ces divers moyens, mais seulement, dit-il, jusqu'à la guérison de la disposition torpide de la surface des plaies. « Lorsque celles-ci ont repris un bon aspect, il faut ajouter à l'emploi du gaz d'autres moyens pour obtenir la régénération de la peau. (*Graefe*). »

« Les mélanges fermentants et effervescents sont les plus puissants de tous les antiseptiques connus (*Macbride*) (1). »

L'usage des cataplasmes carbonés, dit Graefe, a été très-utile dans les cas de gangrène, lorsqu'elle est le résultat d'inflammation torpide externe. Ils maintiennent la plaie en bon état, déterminent la séparation des parties mortifiées ou en suppuration, et enlèvent l'odeur empestée qui infecte la chambre des malades. Graefe a obtenu lui-même, par le moyen des cataplasmes fermentants, la guérison d'un nombre considérable de malades ayant des contusions graves, des plaies déchirées, des fractures compliquées de plaies, qui avaient été négligés ou mal traités et qui étaient atteints de gangrène commençante.

Le même praticien en a aussi obtenu de très-bons effets contre les furoncles gangréneux, la pourriture d'hôpital et la gangrène des vieillards.

Les cataplasmes fermentants peuvent rendre aussi d'excellents services comme moyens palliatifs, dans les cas où des circonstances fâcheuses rendent la guérison impossible; ils arrêtent la décomposition des parties mortes, sans donner lieu à un accroissement de douleur, comme cela arrive souvent, lorsque l'on fait usage de l'acide pyroligneux, du chlorure de chaux, etc. (2).

(1) *Essais d'expériences,* page 208.
(2) Graefe, page 322.

M. Demarquay rapporte le fait suivant : une dame avait un cancer ulcéré du sein, qui exhalait une odeur excessivement fétide, au point que sa chambre en était infectée. Sous l'influence des douches gazeuses administrées régulièrement deux fois par jour, la mauvaise odeur disparut complétement, la plaie se détergea et prit un bon aspect; bref, cette dame reprit une excellente apparence de sa santé. Elle est morte, quinze mois après, d'une pleuro-pneumonie (1).

Un fait analogue a été observé par M. Leconte. Il s'agit pareillement d'une dame atteinte d'un cancer ulcéré du sein. Les côtes étaient à nu, et l'on voyait la plèvre costale; la plaie exhalait une odeur extrêmement fétide. La malade fut soumise par M. Leconte aux effets du gaz carbonique. (3 douches par jour et application permanente d'une vessie molle à demi pleine de gaz.) Sous l'influence de ce traitement, *la plaie diminua des deux tiers*, les côtes dénudées se recouvrirent de bourgeons charnus. Voilà pour l'effet cicatrisant; l'action analgésique fut moins marquée ; cependant, cette malade, qui, au début du traitement, était obligée de prendre 60 centigrammes de chlorhydrate de morphine pour calmer ses douleurs, ne prenait plus que 5 grammes de laudanum de Sydenham, ce qui correspond à une faible dose de morphine.

Mais ce qu'il y eut surtout de remarquable, ce fut l'action *désinfectante*, action tellement caractérisée, que l'odeur *fétide avait complétement disparu*, comme dans le cas précédent. Cette action désinfectante est telle, que M. Leconte préfère de beaucoup pour cet effet l'emploi de

(1) M. Salva, *ibid.*

l'acide carbonique à celui du coaltar, si vanté dans ces derniers temps (1).

« Nous avons constaté, dit M. Demarquay, que, sous l'influence du gaz carbonique, des plaies répandant une odeur infecte, avec écoulement très-abondant d'ichor putride, ont pris un aspect meilleur, se sont détergées, et que les malades sont revenus à un état de santé beaucoup plus satisfaisant. C'est dans un cas de cancer de la cloison recto-vaginale, avec communication établie entre le vagin et le rectum, que ce fait a été le plus évident. La malade, arrivée au dernier degré d'épuisement, semblait devoir succomber dans la période la plus rapprochée ; aujourd'hui elle se lève, se promène, a repris les forces et réclame, chaque jour, la douche qu'elle s'administre elle-même (2).

On a aussi employé les injections gazeuses dans le rectum et les lavements avec de l'eau gazeuse dans les cas de cancer de cet organe ; ces injections ont eu pour effet de déterger la plaie et de calmer au moins temporairement les douleurs.

4. Action cicatrisante du gaz carbonique.

Non-seulement le gaz carbonique appliqué localement a la propriété, dans la grande majorité des cas, de diminuer et même de faire cesser, comme par enchantement, les souffrances les plus vives, de désinfecter, d'assainir et déterger les plaies et les ulcérations de mauvaise nature, mais encore l'action du gaz carbonique favorise le déve-

(1) M. Salva, page 39.
(2) M. Demarquay, *Union médicale*, 7 mars 1857.

loppement des boutons charnus et va jusqu'à produire une véritable *cicatrisation* des plaies.

Les ulcères atoniques et variqueux sont promptement améliorés par l'action des bains et du contact du gaz carbonique, dit M. le docteur Bode de Nauheim; la couleur blafarde des ulcères fait place à une belle coloration rosée; ils prennent une bonne apparence; le pus, qui était fétide et de mauvaise qualité, devient plus consistant et de bonne nature; l'odeur infecte diminue considérablement. Enfin des ulcérations indolentes, qui ont résisté, pendant de longues années, aux traitements les plus rationnels, finissent par se *sécher* et se *guérir* par l'usage des bains et des applications de gaz carbonique.

On peut lire, dans le mémoire de M. Ch. Bernard (1) (observ. 1re), le fait d'une malade chez laquelle existait une ulcération cancéreuse pénétrant dans le col utérin, ulcération dont la surface était bourgeonnante et livrait passage à une sérosité sanguinolente très-fétide; après deux mois de traitement par les injections d'acide carbonique, *l'ulcère avait disparu*, le col était devenu lisse et n'offrait plus que deux ou trois petits boutons rougeâtres; l'état général, gravement compromis lors de l'entrée de la malade à la Charité, s'était bien amélioré; le teint était devenu coloré; en un mot, il y avait eu un changement bien notable et très-satisfaisant dans son état.

M. Salva (2), ayant fait sur lui-même l'application d'un vésicatoire, qui fut soumis ensuite à l'action du gaz carbonique, a observé un phénomène particulier relatif à l'action cicatrisante du gaz carbonique. Voici ce qu'il rap-

(1) *Archives générales de médecine*, novembre 1857.
(2) M. Salva, page 15.

porte : « Ayant retiré notre bras du manchon, où il était resté en tout trois quarts d'heure, nous avons constaté qu'il s'était formé à la surface du vésicatoire une couche fibrineuse, transparente, qui le recouvrait complétement ; cette couche fibrineuse, assez épaisse, sauf en deux ou trois points, ne se serait certainement pas formée avec autant de rapidité à l'air libre, et nous croyons pouvoir en attribuer la formation à l'action de l'acide carbonique. »

En expérimentant sur les effets des injections de divers gaz dans nos tissus, MM. Leconte et Demarquay observèrent que, mis en contact avec des tendons divisés par une section sous-cutanée, l'acide carbonique en active d'une manière merveilleuse la réparation.

Voici les conclusions du travail de MM. Leconte et Demarquay (1).

De nombreuses expériences nous ont démontré que :

1° Le gaz carbonique injecté sous la peau n'est nullement toxique ;

2° Il active la réparation des tendons divisés.

3° L'acide carbonique, contrairement à l'action de l'oxygène et de l'hydrogène, favorise *au plus haut degré* l'organisation des plaies sous-cutanées et amène la *guérison* dans un laps de temps beaucoup plus court que dans les ténotomies faites en dehors de l'influence de l'air.

4° Des ulcérations gangréneuses, des plaies diphthériques ou de mauvaise nature, qui ont résisté à des traitements antérieurs, guérissent rapidement sous l'influence de ce gaz.

« L'acide carbonique semble donc appelé, ainsi que l'a-

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, séances du 25 avril et du 5 décembre 1859, tome XLVIII, page 844.

vait annoncé le premier Priestley, à jouer un rôle important dans la thérapeutique des plaies. »

Plus tard, les mêmes expérimentateurs communiquèrent à l'Académie des sciences une seconde note sur la cicatrisation des plaies sous l'influence de l'acide carbonique.

Cette note a pour titre : *Traitement des plaies rebelles par l'acide carbonique*, par MM. Demarquay et Ch. Leconte (1). Elle est ainsi conçue :

« Dans notre mémoire précédent nous avons montré que tandis que, l'oxygène, mis chaque jour au contact des tendons divisés, retarde d'une manière très-sensible la réparation des plaies sous-cutanées; tandis que l'azote est complétement dépourvu d'action, l'acide carbonique, au contraire, active d'une manière merveilleuse la réparation des tendons divisés.

« Ce fait une fois bien constaté, il était tout naturel d'espérer que l'acide carbonique, mis au contact d'une plaie des téguments exposée au contact de l'air, agirait de la même manière, c'est-à-dire qu'il en hâterait considérablement la cicatrisation si on parvenait à le maintenir pendant un temps convenable au contact de la plaie qu'il s'agissait de modifier. Pour atteindre ce but nous avons fait construire des appareils en caoutchouc de diverses formes et de diverses longueurs, des manchons emboîtant soit la jambe ou l'avant-bras, soit même un membre presque entier.

« Puis, avec un appareil gazogène très-simple et spécial, on fait arriver l'acide carbonique dans le manchon de caoutchouc. Tantôt on se contente d'une applica-

(1) *Académie des sciences*, 24 mars 1862.

tion dans les vingt-quatre heures, tantôt le gaz est renouvelé tous les six ou huit heures, suivant les indications à remplir.

« Grâce à ces manchons nous avons pu maintenir, pendant quatre et six heures et même plus, des membres affectés de plaies en contact avec l'acide carbonique.

« Nos appareils sont d'une application tellement facile, que ce nouveau mode de traitement des plaies par l'acide carbonique peut être confié à toute personne intelligente. Lorsque le manchon qui doit contenir l'acide carbonique est appliqué, une large bandelette de diachylon est placée sur le bord du manchon, afin de prévenir la perte du gaz. Il importe que la compression ne soit pas assez forte pour gêner la circulation du membre. Il faut donc avoir des appareils proportionnés au volume des parties sur lesquelles on fait ces applications.

« Le membre malade étant placé dans un de nos appareils en caoutchouc rempli d'acide carbonique, voici les phénomènes physiologiques que l'on observe :

« 1° Le malade accuse une sensation de chaleur et de picotement dans toute l'étendue du membre soumis à l'action du gaz, et surtout à la plaie ; de plus, on observe une légère injection de la peau.

« 2° Après quelque temps d'application de l'appareil, on y trouve une quantité plus ou moins grande de liquide fournie par l'exhalation de la plaie, et la transpiration sensible et insensible du membre.

« Cette circonstance oblige à laver un peu l'appareil, avec une petite éponge, toutes les douze ou vingt-quatre heures, suivant l'état et l'étendue de la plaie, si l'application doit être continue.

« L'excitation que produit l'acide carbonique sur les

plaies indique que cet agent ne doit être appliqué qu'aux plaies anciennes atoniques, rebelles, et non pas aux plaies récentes, pour la cicatrisation desquelles la nature fait tous les frais.

« Toutefois l'excitation par l'acide carbonique est bien plus faible que celle de l'oxygène...

« Sous l'influence de l'acide carbonique, les plaies se *détergent* et prennent une teinte rosée ; leurs bords s'affaissent, et, dans un espace de temps très-court, une pellicule *cicatricielle* se forme sur le pourtour de la plaie, en même temps qu'apparaissent sur divers points de la surface des îlots de cicatrisation, qui, marchant du centre à la périphérie, viennent s'unir sur les bords.

« Plusieurs malades atteints d'ulcères gangréneux, de plaies diphtéritiques ou de mauvaise nature, ayant résisté à des traitements antérieurs, ont été traités par nous depuis plus de deux ans, dans le service chirurgical de la maison municipale de santé, et *ont guéri* avec *une rapidité vraiment remarquable.*

« Nous avons constaté bien souvent ces phénomènes, sur lesquels nous appelons l'attention de l'Académie (1). »

Mais c'est surtout sur les plaies indolentes, diphtéritiques, gangréneuses, en un mot de mauvaise nature, que cette influence cicatrisante de l'acide carbonique est vraiment précieuse. MM. Leconte et Demarquay ont observé un assez grand nombre de faits de ce genre ; nous citerons, entre autres, les cas suivants, dont M. Salva lui-même a été témoin à la maison municipale de santé :

1° Un homme atteint d'une tumeur blanche tibio-tarsienne, avec fusées purulentes et trajets fistuleux, fut

(1) *Gazette hebdomadaire*, 1862, page 216.

soumis aux bains locaux d'acide carbonique à l'aide de l'appareil que nous avons décrit plus haut ; au bout d'assez peu de temps, l'aspect des plaies fut très-heureusement modifié.

2° Il en fut de même chez un homme atteint, depuis sept mois, d'ulcères gangréneux des jambes jusque-là inguérissables, et qui se détergèrent et se *cicatrisèrent* complétement sous l'influence de l'acide carbonique.

M. le professeur Gosselin, qui aussi a fait à l'hôpital Beaujon quelques essais de l'acide carbonique comme cicatrisant des plaies, nous a assuré, dit M. Salva (1), avoir retiré de ces essais, quoique incomplets, une opinion favorable à l'influence cicatrisante de l'acide carbonique. Il a bien voulu nous citer, entre autres, deux cas : dans l'un, il s'agissait d'une femme ayant à la fesse une plaie très-lente à se cicatriser; sous l'influence de quelques douches de gaz carbonique, cette plaie prit un aspect bien meilleur et semblait vouloir se cicatriser quand la malade voulut quitter l'hôpital pour retourner dans son pays. Dans l'autre cas, il s'agit d'une plaie de tête ; quelques douches d'acide carbonique, administrées à l'air libre, ont produit un assez bon résultat; depuis, la plaie a marché régulièrement vers la cicatrisation.

« Enfin, on a employé cet agent de cicatrisation chez un homme atteint de chancres phagédéniques de la verge excessivement rebelles. Les applications gazeuses, faites à l'aide de fourreaux en baudruche suffisamment larges pour ne pas froisser la verge et contenir une certaine quantité de gaz, n'ont pas été assez nombreuses pour qu'on puisse leur attribuer d'une manière positive l'amélioration qui a suc-

(1) *Thèse*, page 37.

cédé à leur emploi ; cependant elles semblent avoir donné comme un coup de fouet à ces ulcères si rebelles à la cicatrisation. Il y a là de nouvelles expériences à faire, et l'analogie permet de supposer qu'elles devront réussir dans un grand nombre de cas. (*M. Salva*, p. 38.)

De tous les faits et de toutes les expériences que nous venons de rapporter, nous tirerons la conséquence qu'il y aurait, dans un grand nombre de cas, avantage à entourer les surfaces malades d'une atmosphère de gaz carbonique, qui non-seulement les empêcherait d'être douloureuses, mais encore en activerait la cicatrisation, comme nous l'avons vu.

Des compresses imbibées d'eau tenant en dissolution du sel gris, du chlorure de calcium, imprégnées de gaz carbonique et fréquemment renouvelées, seraient également très-utiles dans les ulcérations scrofuleuses, torpides, etc.

5° Action résolutive de l'acide carbonique.

L'action *résolutive* du gaz carbonique a été constatée par un grand nombre de faits et d'observations.

C'est surtout dans les engorgements lymphatiques (Struve), dans ceux de la matrice, du col utérin, que cette action résolutive est bien prononcée.

« L'action *résolutive* de cet agent sur les engorgements du col utérin a *été bien nette* dans plusieurs cas. » (*M. Ch. Bernard.*) (1)

En dissolution dans les eaux gazeuses, cet agent a produit également les meilleurs effets.

(1) *Gazette des hôpitaux*, 1857, page 570.

Sous l'influence d'injections et d'irrigations pratiquées avec des eaux minérales carbo-gazeuses, on obtient souvent la résolution très-prompte de tumeurs lymphatiques et d'engorgements de diverse nature.

Ch. Petit, MM. Willemin, Barthez, Durand, Fardel, etc., ont obtenu, par l'emploi des eaux carbo-gazeuses de Vichy, de nombreux et importants succès dans des cas de tuméfaction, d'engorgement du col de l'utérus, des ovaires, etc. « Le résultat direct de l'action de ces eaux est une *tendance à la résolution.* » (*M. Durand-Fardel.*)

« *L'action résolutive* de l'acide carbonique a eu lieu dans plusieurs cas d'engorgements du col de l'utérus. Nous avons vu que sous l'influence des douches de gaz carbonique, la tuméfaction du col utérin a *promptement diminué*, l'utérus a repris son volume normal, et les malades quittaient l'hôpital après avoir été débarrassées de leurs douleurs et de leur engorgement. On ne peut rapporter ces modifications survenues dans la maladie qu'à l'influence du gaz, à laquelle on doit joindre le repos au lit, dont on ne doit pas néanmoins tenir grand compte, si l'on réfléchit qu'il est toujours assez mal observé par les femmes à l'hôpital, et qu'il est bien rare de voir disparaître des engorgements un peu volumineux par l'effet seul du repos au lit (1). »

« Les propriétés anesthésiques de l'acide carbonique sont nettement établies, dit M. Pacot (2) ; son action *résolutive* a été également très-évidente dans certains engorgements du col de l'utérus ; pour nous, elle n'est que secondaire;

(1) M. Le Juge, *Thèse*, page 30.
(2) *Thèse*, page 10.

c'est-à-dire qu'elle tient essentiellement à la cessation de la douleur, *ubi dolor, ibi fluxus.* Nous expliquons de même son action *hémostatique.* »

Nous citerons plus loin divers exemples de l'action *résolutive* de l'acide carbonique contre les engorgements, les tumeurs, etc., en parlant des engorgements et des tuméfactions de l'utérus.

CHAPITRE II.

MALADIES DE LA PEAU.

Les bains de gaz acide carbonique agissent d'une manière excitante et même irritante sur la peau et sur les différents organes extérieurs. Il y a un afflux du sang vers la partie mise en contact avec le courant du gaz et, par conséquent, une sensation de chaleur, de picotement, de brûlure, accompagnée de rougeur; les vaisseaux capillaires et les papilles nerveuses du derme acquièrent un degré d'excitation correspondant; les sécrétions sont activées, la résolution des engorgements s'opère avec plus de facilité.

Les bains de gaz carbonique sec, ou mieux, mélangé avec des vapeurs d'eau minérale chaude, sont très-utiles contre les *exanthèmes chroniques* et *atoniques* de la peau, surtont ceux des membres inférieurs.

Ils excitent l'organe cutané, y rappellent la vie et la transpiration.

Prolongés pendant quelque temps, ils produisent un

effet analgésique; ils calment les démangeaisons de la peau, ainsi que les douleurs vives et cuisantes.

Cette action du gaz carbonique se manifeste sur un grand nombre de dermatoses ayant la forme vésiculeuse, pustuleuse ou bulleuse; et même, lorsqu'il y a des excoriations, il les assainit et en favorise la cicatrisation.

Toutefois il convient d'aider, par une médication intérieure appropriée, l'action excitante, cicatrisante ou simplement analgésique du gaz carbonique appliqué à l'extérieur.

Transpiration supprimée. Les bains de gaz carbonique sont salutaires dans un grand nombre de maladies résultant d'une transpiration supprimée, telles que certains dérangements des fonctions des organes digestifs, douleurs dans les intestins, coliques, digestions laborieuses, névralgies, maux de tête, maladies de la peau, rhumatismes, catarrhes bronchiques, pulmonaires, écoulement muqueux ou purulents, maux d'yeux, d'oreilles, etc.

Dans tous ces cas, les bains de gaz carbonique sont d'autant plus avantageux et plus précieux, qu'ils rétablissent promptement et sûrement la transpiration supprimée, avec cet avantage sur les bains russes, qu'ici la respiration se fait librement et sans gêne; d'un autre côté, ils n'ont pas les inconvénients inhérents aux procédés hydrothérapiques; enfin ils n'exposent point le malade aux divers accidents que peut occasionner l'usage intérieur des médicaments sudorifiques, échauffants et irritants.

D'après les expériences de M. Kuster, les bains de gaz carbonique sont suffisants pour produire une forte transpiration, même chez les sujets les plus réfractaires.

LIVRE II.

MALADIES INTERNES.

CHAPITRE PREMIER.

MALADIES DES VOIES DIGESTIVES.

Les injections et les douches de gaz carbonique, dans l'arrière-bouche, ont été employées avec avantage contre diverses affections chroniques et atoniques du voile du palais, de la luette, contre les engorgements scrofuleux des amygdales, les inflammations chroniques avec écoulement purulent de la muqueuse nasale, de la trompe d'Eustache, etc.

On hume aussi le gaz et on l'introduit par déglutition dans l'estomac, pour exciter cet organe, apaiser certaines douleurs névralgiques, des vomissements nerveux, etc.

Mais c'est à l'état de dissolution dans un liquide que le gaz carbonique est le plus ordinairement introduit dans les voies digestives, sous la forme de boissons gazeuses, de soda-water, de bière, de vins mousseux ou d'eaux minérales gazeuses de Seltz, de Saint-Galmier, de Spa, de Bussang, etc., ou enfin sous le nom de potion de Rivière, etc.

Le gaz carbonique ingéré diminue, dans certaines circonstances, les pesanteurs d'estomac; il apaise souvent d'une manière instantanée les crampes nerveuses de cet organe; il dissipe les flatuosités et la dyspepsie.

Il agit localement comme excitant, comme tonique.

Il facilite et favorise la digestion des aliments et augmente la sécrétion urinaire, qui entraîne à l'état de bicarbonates *solubles* la chaux et la magnésie, qui doivent être rejetées de l'économie.

Le gaz carbonique est utile contre divers dérangements des fonctions des organes digestifs et d'autres affections des viscères abdominaux qui ont pour cause une suppression de la transpiration, lorsque ces affections ne sont pas accompagnées d'un état pléthorique porté à un haut degré, ou d'un état inflammatoire des organes contenus dans la cavité abdominale.

« Administré à des malades qui ont des gastrodynies par accès, des rapports aigres, des vomituritions, surtout à jeun, des chaleurs et des picotements dans l'estomac, un teint jaunâtre, altéré, une maigreur progressive, etc., en un mot une dégénérescence, déjà bien avancée, des tissus gastriques, l'eau carbo-gazeuse éloigne d'abord la plupart des accidents et même les fait cesser. » (Barbier, *Matière médicale.*)

Dans les cas où la bile est sécrétée et versée dans l'intestin en quantité surabondante, surtout lorsque la nature de ce produit est altérée, qu'il y a une dégénérescence putride dans quelques parties du tube digestif, l'acide carbonique agit comme antiseptique et antiputride. C'est l'un des remèdes les plus efficaces : d'une part, il améliore la composition chimique des sécrétions; de l'autre, il favorise et active l'excrétion ou l'expulsion des matières morbides : aussi, dans certaines diarrhées, dans la dyssenterie, le choléra, dans les fièvres gastriques dites *putrides*, dans la fièvre typhoïde, cet agent a-t-il des avantages incontestables.

« Pour calmer les vomissements nerveux et même ceux qui sont évidemment liés à une affection organique de l'estomac, l'eau acidulée, chargée d'acide carbonique, est un des moyens les plus utilement conseillés, soit qu'on l'administre en potion (potion de Rivière), soit qu'on préfère les eaux minérales naturelles ou factices, qui sont plus ou moins saturées de ce gaz. C'est à l'acide carbonique aussi que, dans le choléra-morbus, l'eau de Seltz doit l'avantage de suspendre ou modérer les vomissements qui se montrent d'une manière si opiniâtre dans cette cruelle maladie; MM. Louis et Blache l'ont administrée avec succès contre ce même symptôme dans le ramollissement de la membrane muqueuse gastrique (1). »

« Les eaux carbo-gazeuses, dit Hufeland, sont un antivomitif spécifique des plus précieux, et qu'aucun autre agent ne possède à un degré aussi élevé.

« Dans les vomissements de toute nature, si l'on en excepte celui qui résulte d'une inflammation réelle de l'estomac, il n'est, continue Hufeland, aucun moyen qui calme et apaise d'une manière aussi prompte et aussi sûre ces vomissements, et cette sensation particulière que l'on appelle mal au cœur, sans présenter des inconvénients ou donner lieu à des suites fâcheuses. Non-seulement elles arrêtent les vomissements continuels qui surviennent après l'ingestion d'un vomitif très-violent, dans les cas d'indigestion ou lorsque l'estomac est surchargé de bile, d'aigreurs, etc., mais aussi lorsque les vomissements sont occasionnés par une augmentation de la sensibilité de cet organe; dans les crampes, les convulsions, l'excitation

(1) *Dictionnaire de médecine*, en 30 volumes, page 371, article *Acide carbonique*. — M. Blache.

sympathique de l'estomac, comme, par exemple, dans la grossesse, les calculs du foie et des reins, ou par suite de quelque métastase.

« Elles ont aussi produit une amélioration remarquable, quelquefois même une guérison complète, dans certains cas de vomissements chroniques, quotidiens, qui avaient duré pendant plusieurs mois ou même des années entières, et qui étaient suivis d'un amaigrissement extrême. »

Hufeland affirme avoir vu plusieurs cas de vomissements opiniâtres qui duraient depuis trois ou quatre mois, avec un état de désorganisation commençante et des callosités dans le tissu de l'estomac, céder et guérir radicalement par l'usage continué des eaux carbo-gazeuses.

Les bains de gaz carbonique produisent ordinairement les plus heureux effets dans la suppression des hémorroïdes et dans les diverses affections morbides qui en résultent.

« Un des cas où le gaz carbonique est le plus utile, dit Fourcroy, c'est celui des hémorroïdes, dont il calme souvent les douleurs, et dont il apaise et diminue le gonflement et la distension (1). »

Le malade éprouve d'abord de vives démangeaisons à l'anus; les vaisseaux hémorroïdaux se gonflent de sang et le flux ne tarde pas à reparaître.

La tuméfaction des vaisseaux hémorroïdaux par l'effet des bains de gaz carbonique est quelquefois telle, qu'elle simule les hémorroïdes chez des personnes qui ne sont pas atteintes par cette maladie.

(1) Fourcroy, *Système des connaissances chimiques*, tome II, page 43.

Cette propriété du gaz carbonique est d'autant plus importante et plus précieuse, qu'il est souvent assez difficile de rappeler le flux hémorroïdal habituel lorsqu'il a été accidentellement supprimé.

Les injections de gaz carbonique sec, les demi-lavements avec l'eau carbo-gazeuse ou les eaux minérales bicarbonatées, à base de chaux, et rendues gazeuses artificiellement, pourraient être administrées avec avantages dans certains cas de fistule à l'anus, de cancer du rectum, etc.; comme aussi dans les dyssenteries, les dévoiements avec déjections de nature putride, etc., etc.

CHAPITRE II.

MALADIES DES VOIES RESPIRATOIRES.

A. Des inhalations carbo-gazeuses en général.

M. Simpson (1) a employé le gaz acide carbonique comme *anesthésique* sur les membranes muqueuses de la trachée et des poumons, dans des cas très-nombreux de bronchite chronique, d'asthme, de toux nerveuse, et voici de quelle manière :

L'acide carbonique est préparé et obtenu dans une bouteille ordinaire ; un tube en caoutchouc sert à conduire le gaz, une des extrémités de ce tube est munie d'un tube aminci en verre, qui est placé dans la bouche du malade, lorsque le gaz commence à se dégager. Dans un très-

(1) *British medical Journal*, 12 juin 1858.

grand nombre de cas, le *soulagement* obtenu a été *très-remarquable*, et dans plusieurs cas d'affections chroniques il a été *prompt* et *permanent*. La quantité de gaz ainsi produite et inspirée n'est pas aussi considérable que le jet rapide et continu qui a lieu dans la bouche du malade pourrait le faire supposer, et il agit, pense M. Simpson, dans ce cas, comme un anesthésique local appliqué sur toute la membrane pulmonaire, de même que la fumée du datura stramonium ou la vapeur du chloroforme. Le spasme de la glotte, qui survient ordinairement lorsque l'acide carbonique est respiré en grande quantité, n'a pas lieu ici, parce que le gaz (jet de gaz carbonique) entraîne avec lui une grande quantité d'air atmosphérique. M. Simpson doit publier en détail ses observations sur les résultats inattendus de cette médication, qui n'est cependant pas nouvelle, dit-il, puisque dans le siècle dernier le docteur Percival essaya dans la phthisie pulmonaire les inspirations d'acide carbonique, en faisant respirer les vapeurs d'un mélange effervescent de vinaigre et de potasse.

Voici ce qu'on lit dans une lettre datée de 1774 de Thomas Percival à Priestley, lettre insérée dans les œuvres du célèbre chimiste anglais (1) :

« Dans une suite d'expériences qui n'est pas encore terminée, j'ai eu de fréquentes occasions d'observer qu'on peut respirer l'air fixe en grande quantité sans danger ou incommodité. Et ce qui confirme cette observation, c'est

(1) Percival, *Observations on the medicinal uses of fixed air, in Priestley exper. on different kinds of air*, Appendix, page 300.

L'ouvrage de Priestley a été traduit en français par Gibelin. (Berlin et Paris, 1775.)

qu'à Bath, où les eaux exhalent cet esprit minéral en abondance, les baigneurs le respirent impunément; et à Buxton, où le bain est dans un lieu fermé, on devrait certainement s'apercevoir des effets de ces effluves, s'ils étaient nuisibles (1).

On a remarqué aussi depuis longtemps à Ems, dit M. Spengler, que les vapeurs émanant des bains, ou directement du Kesselbrunnen, causent une sensation de bien-être aux personnes qui souffraient de la poitrine ; elles semblent calmer l'irritation et faciliter l'expectoration.

Bischoff et Ennemoser ont fait des expériences sur l'acide carbonique qui se dégage d'une source minérale voisine des bords du Rhin, et ils en concluent que, quand le gaz n'est pas respiré pur ni pendant trop longtemps, il ne produit pas d'effets fâcheux, qu'au contraire la respiration du malade en devient plus facile, et l'expectoration plus abondante.

« Il existe à Saint-Alban (2) une salle consacrée à respirer le gaz acide carbonique. Là les malades, suivant les instructions qu'ils ont reçues, respirent ce gaz avec plus ou moins d'air et plus ou moins longtemps.

« Voici comment sont disposés les appareils :

« Dans le fond des sources, on a placé des récipients largement ouverts à leur base et terminés en forme de cône ; un tuyau, partant de leur sommet, se rend sous terre, dans la salle dont j'ai parlé. Une fois arrivé à sa destination, le gaz se dégage dans un réservoir rempli

(1) Il faut noter que la proportion de l'air contenu dans les salles est considérable. H.

(2) M. Terver, *De l'inhalation du gaz carbonique dans la chlorose*. — *Thèse*, Paris, 1854.

d'eau; là il se recueille au moyen d'un petit pavillon en forme d'entonnoir, et terminé à son sommet par un tube, dont l'extrémité libre est portée à la bouche.

« L'ensemble des dispositions, du reste fort simples, de ces appareils sert merveilleusement à atteindre le but qu'on se propose, celui de faire respirer le gaz, et, par lui, de modifier la respiration. Maintenant, en quoi consiste cette modification ? Je l'ignore, ou, tout au moins, je ne me hasarderais pas à l'expliquer ; seulement on doit reconnaître que cette modification a cela de remarquable, qu'au lieu d'empêcher l'oxygénation elle la rend plus complète, plus active, et qu'ainsi on voit certains malades, notamment les femmes chlorotiques, retrouver promptement leur appétit, leur repos, leurs forces et leur sommeil; et certes il ne peut y avoir de méprise dans un fait observé, quand l'observation le reproduit sans cesse et invariable.

« Une remarque générale qu'on fait à Saint-Alban est que les malades qui ont subi l'inhalation du gaz éprouvent, ou semblent éprouver, une plus grande liberté dans l'action des poumons; le jeu de la poitrine, en d'autres termes, leur paraît plus libre. Ainsi tel malade qui n'avait pu, un instant avant de respirer le gaz, aboutir au terme d'un plan incliné, le gravit beaucoup plus facilement, presque aisément, après avoir été soumis à l'inhalation du gaz.

« Je puis certifier qu'à Saint-Alban les faits qui protestent contre l'action délétère de l'acide carbonique suffisent et au delà pour détruire toutes les erreurs sur cette question; aussi ma conviction est-elle bien établie, car j'ai vu souvent et beaucoup, et jamais je n'ai observé, que l'inha-

lation du gaz acide carbonique fût un agent, je ne dis pas dangereux, mais inquiétant (1).

« J'ai pu, expérimentant sur moi-même, dit M. E. Barbier (2), prolonger les inhalations ou plutôt l'aspiration du gaz carbonique pendant trente-cinq et quarante minutes, sans éprouver aucun de ces phénomènes signalés par d'autres praticiens après une persistance trop longue, tels que les éblouissements, vertiges, tintements, la résolution des membres, l'anesthésie. Mais les larges inspirations n'étaient qu'intermittentes, la bouche fermée sur le tube d'aspiration et les narines ouvertes. J'éprouvais une sensation de bien-être, toujours plus d'ampleur dans les mouvements respiratoires, et un peu de lourdeur de tête dissipée aussitôt en sortant de la salle. Il me semblait éprouver encore, après ces longues séances, une anorexie légère. Mais, s'il en est ainsi chez certains individus à l'état sain, il n'en est plus toujours de même, il faut l'avouer, à l'égard des personnes malades ou qui éprouvent une plus vive sensibilité du système nerveux. »

L'acide carbonique peut donc être employé comme *anesthésique* sur la muqueuse des voies aériennes comme sur celle des intestins, etc. Nous le voyons inhalé en assez grande abondance, porté directement sur les muqueuses du larynx de la trachée et n'occasionnant aucun trouble général, aucun de ces phénomènes d'intoxication qui ont lieu quelquefois à la suite d'injections vaginales prolongées; cela ne paraîtra pas surprenant si l'on réfléchit que la membrane muqueuse du larynx et celle de la tranchée ont une surface très-peu considérable, et surtout qu'avec

(1) M. Terver, page 18.

(2) *Le Monde thermal* (1863), page 176.

l'acide carbonique il entre aussi par les voies aériennes une grande quantité d'air atmosphérique; tandis que les choses ne se passent pas de même, lorsqu'on injecte le gaz par le vagin. Il y a là de larges surfaces d'absorption, les muqueuses du vagin et de l'utérus, des cavités closes ou presque closes, et la présence d'une quantité plus considérable de gaz. Le passage de ce gaz dans le sang est très-facile, et ce n'est que par une absorption que l'on peut concevoir les accidents toxiques que l'on a observés. D'ailleurs ce fait, résultant de la pratique de M. Simpson, est tout à fait d'accord avec ce que M. Regnault a observé sur les animaux. Peut-être pourrait-on expliquer l'innocuité de l'acide carbonique dans ces différents cas chez l'homme et chez les animaux, ainsi qu'a essayé de le faire M. Brown-Séquard, en admettant que l'acide carbonique, dans ce cas, n'est pas absorbé et ne peut pas l'être.

« D'après le professeur Loeschner, de Prague, c'est à l'absorption du gaz carbonique par le poumon qu'il faut principalement rapporter les effets obtenus par les bains d'eaux minérales carbo-gazeuses; et ces effets seraient une accélération de la circulation, une excitation primitive, suivies de sédation des fonctions de l'appareil cérébro-spinal. L'équilibre se rétablirait par l'augmentation de sécrétion des éléments de l'urine et de la sueur, modifiés par l'acide carbonique. »

On devrait, par conséquent, attribuer les bons effets des eaux carbo-gazeuses d'Ems, du Mont-Dore, etc., prises en boisson et en bains, moins à l'alcali qu'au gaz carbonique qui se dégage lentement de ces eaux, et qui est inhalé avec l'air qui sert à la respiration.

Lorsque la maladie s'est étendue jusqu'aux bronches

et surtout jusqu'à leurs ramifications, ce n'est qu'à l'aide des *inhalations* de gaz carbonique mélangé avec les vapeurs d'eaux thermales que l'on peut les attaquer avec fruit en appliquant ainsi directement l'agent curatif sur le mal lui-même.

Les inhalations de vapeurs d'eaux thermales carbo-gazeuses réussissent aussi très-bien dans le catarrhe bronchique chronique, que l'on désigne sous le nom de catarrhe sec.

L'usage des inhalations carbo-gazeuses est pour les malades une véritable gymnastique des poumons et de la charpente thoracique.

L'expérience nous apprend que les inhalations d'acide carbonique mélangé avec une grande quantité d'air atmosphérique, les injections gazeuses, les gargarismes, lotions, etc., faites avec des eaux minérales contenant de l'acide carbonique libre, sont très-utiles dans plusieurs maladies atoniques du poumon et des voies respiratoires, dans les affections catarrhales, dans certains asthmes, et même dans la tuberculisation imminente (Vogel) lorsque celle-ci a un caractère torpide et qu'il n'y a pas lieu de craindre des congestions inflammatoires ni la toux hémoptysique.

Ingenhousz, dans une lettre à Scherer (1794), lui signale le fait « que certains phthisiques toussent davantage et périssent plus promptement dans des endroits élevés, où l'air est vif et plus oxygéné, que dans des localités basses, dans les étables, etc.; il en recherche la cause qu'il attribue à la plus grande proportion de gaz carbonique que contient l'air dans les localités déprimées. »

Lorsque le gaz carbonique est chimiquement pur, qu'il ne contient point d'hydrogène sulfuré, qu'il est mélangé à une grande quantité d'air, c'est-à-dire lorsque la propor-

tion du gaz carbonique ne dépasse pas 5 à 8 centièmes, il peut être respiré sans danger.

On peut ajouter, dit Fourcroy, jusqu'à 0,10 de gaz carbonique dans l'air atmosphérique et le faire respirer sans danger à quelques malades disposés à l'ulcération ou à l'inflammation des poumons; on assure qu'il en arrête ou en borne les effets (1).

Nous pensons qu'en moyenne il ne faut dépasser la proportion de 4 à 6 pour 100 de gaz carbonique dans l'air inhalé, pour en obtenir de bons effets sur les organes de la respiration, de même que sur l'ensemble de l'économie.

Une proportion de 2 à 4 pour 100 d'acide carbonique dans l'air (2), dit M. Helft, active déjà la respiration de l'homme à l'état de santé : les inspirations deviennent plus courtes, l'expiration devient plus longue et plus forte ; la circulation s'accélère; il se produit une sensation de chaleur dans la poitrine et de sécheresse dans le gosier, suivie d'augmentation graduelle de la transpiration.

L'inhalation de l'acide carbonique mélangé, dans les proportions que nous avons indiquées précédemment, 4 ou 6 pour 100, avec l'air atmosphérique, produit d'abord dans la poitrine une sensation de chaleur, qui s'étend peu à peu sur tout le corps; le visage se colore, le front devient humide, la cornée brillante, la pupille un peu plus petite; les mouvements respiratoires et les battements du cœur sont accélérés. Il y a une excitation évidente

(1) Fourcroy, *Système des connaissances chimiques*, tome II, page 36.

(2) *Handbuch der Balneother*, page 88.

plus ou moins prononcée des organes respiratoires; mais cette excitation disparaît bientôt à l'air libre et ne donne lieu ni à de la fatigue ni à d'autres effets nuisibles ou désagréables.

La même chose a également lieu chez les personnes malades; seulement on observe quelques phénomènes particuliers selon la différence des maladies. Ainsi l'activité des vaisseaux et des nerfs, surtout la sensation de chaleur, se font souvent ressentir plus rapidement et plus vivement dans les parties malades que dans les parties du corps qui sont bien portantes; cela a lieu surtout quand la sensibilité de ces parties est maladivement augmentée.

Chez les malades atteints de phthisie, lorsque la maladie a atteint le second degré, l'inhalation de l'acide carbonique, à une dose un peu trop élevée, augmente, ainsi que nous l'avons déjà dit, la difficulté de respirer, provoque une toux fatigante et détermine quelquefois des accidents hémoptysiques.

Dans les affections qui ont un caractère torpide au contraire, les symptômes ordinaires ne se présentent souvent point du tout ou se manifestent à un degré très-faible lors des premières applications de l'acide carbonique; mais, lorsque ces phénomènes se présentent, on peut les considérer comme un signe de la réaction qui se réveille.

Parmi les nombreux malades traités à Ems par les inhalations gazeuses pour diverses affections des voies respiratoires, dit M. le docteur Spengler, j'en ai rencontré plusieurs qui ne pouvaient pas supporter les inhalations, parce que, chez eux, l'angine était aggravée par la présence de tubercules dans les poumons. En expérimentant sur d'autres tuberculeux, j'ai reconnu qu'aucun d'eux ne pouvait supporter nos inhalations gazeuses,

tandis que tous les autres malades aspiraient le gaz et la vapeur, pendant des heures entières, avec la plus grande facilité. L'inhalation du gaz carbonique peut donc devenir, pour ainsi dire, un moyen *diagnostique* lorsqu'il y a quelque doute sur la nature de la maladie. (*M. Spengler*, Pharyngo-laryngite, **1861**, p. **8**.)

Les personnes atteintes d'affections de poitrine, et auxquelles les inhalations conviennent particulièrement, éprouvent, pendant l'usage de cette médication, un bien-être particulier dans la poitrine, avec la sensation d'une distension plus grande et plus légère des poumons, comme si la poitrine s'élargissait et la respiration devenait plus libre. (Vogel.)

L'inhalation du gaz carbonique mélangé à une suffisante quantité d'air atmosphérique diminue la sécrétion morbide ou surabondante de la muqueuse respiratoire ; elle est très-utile dans les maladies atoniques des poumons ; dans toutes les variétés d'affections de cette nature des organes de la voix et de la respiration, depuis le catarrhe chronique, bronchique ou pulmonaire, jusqu'à la phthisie muqueuse ; dans l'aphonie, l'asthme, etc., et même contre les tubercules, lorsqu'il y a torpidité, sans dispositions aux congestions sanguines, aux crachements de sang, ni aux inflammations.

Dans ces cas, il convient de faire usage, d'abord de quelques bains de gaz, dans les piscines ou salons de réunion, pour habituer l'organe à la respiration du mélange d'air et de gaz.

C'est surtout contre les inflammations chroniques avec atonie de la muqueuse bronchique avec sécrétion exagérée, et dans les névroses des organes respiratoires, que les inhalations de gaz carbonique ont paru plus efficaces.

Percival a recommandé les inhalations de gaz carbonique

contre l'angine gangréneuse; Sundelin, contre l'asthme sec. Ce dernier a été conduit à l'emploi de ce moyen par la théorie de Laënnec sur le mode de production de l'emphysème pulmonaire; il espérait augmenter ainsi la contractilité des poumons; la respiration du gaz carbonique amenait un accès qui était bientôt suivi d'une amélioration marquée.

Lorsque l'acide carbonique n'est pas mélangé avec une quantité suffisante d'air atmosphérique, ou lorsque l'inhalation est prolongée pendant longtemps, il détermine de la surexcitation; alors surviennent des phénomènes de réaction qui peuvent être dangereux, tels que pesanteur, oppression de la tête, fatigue, chaleur insupportable, respiration courte et pénible, crampes, évanouissement, etc.

Ces phénomènes se manifestent tout de suite chez les uns, plus tard chez les autres, selon leur constitution et le degré de leur sensibilité.

Les inhalations d'acide carbonique agissent plus rapidement et plus énergiquement sur les enfants, sur les femmes, et en général sur les personnes sensibles que sur les autres personnes.

Lorsque le gaz carbonique est mélangé avec de l'acide sulfhydrique, même en petite proportion, comme cela a lieu à Marienbad, l'action de ce gaz sur les organes de la respiration devient plus irritante. J'en ai toujours observé de mauvais effets, dit M. Heidler, dans la disposition inflammatoire de ces organes, même lorsqu'on l'administre en petite quantité. Respiré en quantité plus considérable, il produit des étourdissements, des vertiges, des angoisses, des oppressions violentes, etc. (1).

(1) Heidler, 1841, page 261.

Il résulte, dirons-nous avec M. Willemin (1), de tous les faits que nous venons de rapporter :

« 1° Que les *inhalations* d'acide carbonique mêlé à l'air agissent en produisant d'abord une excitation plus ou moins vive des voies respiratoires, action analogue à celle du même gaz dirigé sur la peau, sur l'œil, etc. C'est cet effet qui doit en faire proscrire l'emploi dans tous les cas où il existe une disposition à l'inflammation franche.

« 2° L'excitation est suivie d'un effet de sédation qui paraît dépendre d'une action spéciale de ce gaz sur les nerfs et sur les centres nerveux ; la respiration devient plus facile, la toux se calme, la circulation, après s'être élevée, se ralentit.......

« 3° Continuées plus longtemps, ou faites avec une proportion de gaz plus considérable, les inhalations amènent le vertige, la résolution des membres, l'anesthésie. Cet effet peut être obtenu aussi, mais plus lentement, lorsque l'acide carbonique est absorbé par la peau. »

Les *indications* de la médication des voies respiratoires par les inhalations de gaz acide carbonique sont résumées par Lersch (2) ainsi qu'il suit : « Elle est surtout avantageuse dans les cas de dyspnée dépendant de l'accumulation de mucosités dans les vésicules pulmonaires ou d'un emphysème du poumon. »

Helft (3) conclut de même, et trouve, dans les effets physiologiques comme dans les effets thérapeutiques, la

(1) *Revue d'hydrologie médicale*, 15 décembre 1858. — *Des inhalations et des bains d'acide carbonique à Vichy*, par le docteur Willemin.

(2) *Einleitung in die mineral Quellen lehre*, page 395.

(3) *Handbuch der Balneotechnie*, 3e édition, page 88.

preuve de l'action stimulante de ce gaz sur les voies respiratoires.

On les a recommandées avec avantage contre l'inflammation chronique du larynx, du pharynx, contre le catarrhe bronchique, l'asthme humide.

Suivant M. Goin (Saint-Alban), ce gaz agit sur les tissus à la manière des stimulants astringents, en améliorant les phlegmasies catarrhales, humides, atoniques, de mauvaise nature, de même que les affections névralgiques et spasmodiques (1).

C'est surtout contre les névroses des voies respiratoires, contre l'asthme, comme aussi contre la fièvre intermittente, que ce médecin a recommandé ces inhalations.

Quant à la *contre-indication* des inhalations de gaz carbonique, elle est précise : elle a lieu toutes les fois qu'une affection des voies respiratoires est accompagnée d'éréthisme du système circulatoire ou d'une disposition à l'inflammation franche. L'emploi de ce gaz tend à aggraver les phlegmasies qui s'accompagnent d'éréthisme, de rougeur érysipélateuse et de sécheresse.

B. Maladies du larynx. — Bronchites chroniques. — Angines.

Les inflammations simples, chroniques de la muqueuse du pharynx et du larynx cèdent assez facilement aux douches gazeuses, aux lotions, aux gargarismes, aux injections locales faites avec les eaux minérales qui contiennent

(1) M. Bouchardat, *Manuel de matière médicale*, 3e édition, tome II, page 219.

du gaz acide carbonique libre, surtout avec celles qui sont à *base* de chaux ou de magnésie.

Les injections ou les douches de gaz carbonique dans le larynx et le pharynx doivent être administrées d'une manière intermittente, c'est-à-dire pendant le moment de l'expiration, et être suspendues pendant les inspirations.

M. le docteur Kuster, qui fait faire, à Cronthal, de cinq à dix séances d'inhalation de gaz carbonique par jour, a constaté que dans les angines chroniques simples l'inflammation de la gorge diminuait très-sensiblement chaque jour.

L'honorable M. Amable-Dubois nous a communiqué l'observation d'un pasteur qui avait à l'arrière-gorge une large *ulcération* de la muqueuse, cautérisée à plusieurs reprises sans succès, qui ne pouvait parler qu'avec peine et à voix basse, et qui a été complétement guéri par l'usage, prolongé pendant plusieurs semaines, de lotions, de gargarismes avec l'eau de Vichy.

Dans certaines ulcérations de la gorge, dans l'aphonie, des gargarismes préparés avec des eaux chlorurées calciques ou sodiques (sel gris), imprégnés artificiellement de gaz carbonique, seront très-utiles pour modifier et assainir la nature de l'ulcère et en favoriser la cicatrisation.

On peut lire dans Osann et Vogel l'observation d'un célèbre chanteur de l'Opéra de Vienne, qui, ayant perdu la force et l'étendue de sa voix par suite d'une maladie inflammatoire des organes de la respiration, fut parfaitement guéri par l'inhalation du gaz carbonique dans l'établissement de Franzensbad.

M. Willemin a traité par l'inhalation de l'acide carbonique des sources de Vichy, employé surtout en douches pharyngiennes, divers malades atteints d'*angine chro-*

nique. Chez plusieurs, dit-il, les granulations folliculaires étaient très-prononcées; sur quelques-uns on a constaté, avec la rougeur du pharynx, une tuméfaction et un allongement de la luette dont la pointe touchait la langue.

« J'inaugurai notre salle d'inhalation de gaz carbonique, dit M. Willemin, en y conduisant un malade atteint d'*angine chronique*, avec gonflement des amygdales, soulèvement mamelonné de la muqueuse pharyngienne, enchifrènement presque constant, accompagné d'une demi-surdité, traitée l'hiver précédent et sans succès par l'électricité; ici comme dans bien des cas semblables, ce fut moins l'aspiration que le douchage que je fis pratiquer; l'embout du tuyau de caoutchouc fut porté au fond de la bouche, et le jet de gaz dirigé soit latéralement sur les tonsilles, soit sur la paroi rétropharyngienne. (La plupart des malades trouvèrent au gaz une saveur piquante, un goût sucré; quelques-uns éprouvèrent un pressant besoin de saliver.) Ce premier malade, après dix minutes d'un douchage qui ne le fatigua nullement, trouva qu'il avait plus de liberté dans les voies aériennes. Il fit une nouvelle séance semblable le lendemain et le surlendemain; après la troisième, il m'affirma que, « depuis plusieurs mois, il n'avait pas respiré aussi librement. » De fait, le timbre de sa voix n'était pas nasonné, l'ouïe était libre. Ce résultat était d'autant plus significatif, que le sujet était à la fin de sa cure de Vichy (nécessitée par d'autres indications), et que celle-ci, comme celle qu'il avait faite par les mêmes eaux l'année précédente, avait été sans influence sur son angine. Malheureusement il dut quitter Vichy après la cinquième séance.

« La plupart de ces malades retirèrent de cette médication des améliorations évidentes contre une affection

qui chez beaucoup d'entre eux remontait à plusieurs années ; chez l'un d'eux la voix était extrêmement cassée, l'angine et l'enrouement dataient de onze ans. Il ne fut jamais fatigué par les séances qu'il fit durer jusqu'à trente minutes, pendant lesquelles il pratiquait non-seulement le douchage du pharynx, mais encore l'aspiration du gaz ; à la fin de la cure, il se trouvait dans un état de grande amélioration, sa voix était plus forte et plus claire ; les granulations persistaient encore, mais elles étaient moins saillantes (1). »

Les inhalations carbo-gazeuses sont principalement utiles dans toutes les affections caractérisées par une inflammation catarrhale chronique de la muqueuse du pharynx, des amygdales et de la luette, accompagnée d'une exsudation en forme de petits mamelons. Ces affections proviennent souvent de la récidive d'un simple catarrhe, qui siége principalement dans les follicules, et qui envahit également la muqueuse glandulaire de la glotte et du larynx.

En explorant les organes, on distingue parfaitement, dans beaucoup de cas, la continuation de ces granulations sur la muqueuse du larynx. Ce catarrhe se manifeste surtout par un changement dans le timbre de la voix, une faiblesse des organes qui fait que le malade est promptement fatigué de parler. La muqueuse est ou pâle, ou rouge, ou injectée, mais toujours épaisse, tuméfiée et dure. Par suite de l'hypertrophie de ses papilles et glandules, elle présente une surface couverte de petits grains qui tantôt paraissent peu élevés, durs, pointillés, tantôt

(1) M. Willemin, *Revue d'hydrologie médicale*, 15 décembre 1858.

plus grands, larges et mous, et assez analogues aux granulations qu'on rencontre sur les autres membranes, et spécialement sur la conjonctive, dans la conjonctivite granuleuse; disposition qui a fait donner à la maladie, par M. Spengler, le nom de *pharyngo-laryngite granuleuse*, bien que, le plus ordinairement, la membrane muqueuse du pharynx ne présente que certains points envahis par les granulations.

Dans le tissu cellulaire sous-muqueux, on trouve fort souvent une exsudation qui donne à la membrane muqueuse un aspect spongieux, grenu; on observe aussi un relâchement de la muqueuse, avec développement variqueux des vaisseaux; la luette est épaissie, allongée, et même quelquefois œdémateuse. Il est certain que, dans beaucoup de cas, ces granulations ne sont pas seulement formées par les follicules hypertrophiés, avec augmentation de leur tissu et concentration de l'enveloppe fibreuse; mais ce sont de véritables produits de nouvelle formation.

C'est une exsudation organique qui est produite non-seulement dans les couches superficielles de la muqueuse, mais encore dans le tissu glandulaire situé entre ces couches et l'épithélium qui les recouvre et dans le tissu fibreux du parenchyme de la membrane muqueuse.

Suivant que, pour se produire, les granulations ont exigé un temps plus au moins long, ou suivant que la maladie est sur le point de se récidiver, on constate une sécrétion muqueuse variable en intensité, suivie bientôt par une sécheresse avec sensation de brûlure, d'un cheveu ou d'un autre corps étranger dans le larynx. La respiration devient plus difficile, la voix est rauque, et le malade se fatigue vite en parlant. Il arrive souvent qu'on observe

une aphonie complète ; le larynx est douloureux, la déglutition quelquefois gênée. En même temps, les malades ressentent une constriction douloureuse de l'isthme du gosier ; cette douleur peut s'étendre jusque dans la poitrine. Je dois signaler aussi une toux gutturale fort incommode. A ces symptômes, qui se présentent, le plus ordinairement, il faut joindre ceux d'un catarrhe bronchique, d'un emphysème pulmonaire, etc. On observe aussi fort souvent une douleur vague dans la langue, une sensation de tiraillement qui incommode fort les malades. Chaque refroidissement amène un nouveau catarrhe et un nouvel enrouement.

Il ne faut pas confondre la pharyngo-laryngite qui vient d'être décrite avec les inflammations simples, chroniques de la muqueuse du pharynx et du larynx ; ces dernières cèdent assez facilement aux lotions et aux gargarismes avec les eaux gazeuses ; tandis que les inhalations sont indispensablement nécessaires pour le traitement de la pharyngo-laryngite granuleuse, car cette dernière forme de la maladie est rebelle à la plupart des moyens curatifs ordinaires.

« J'ai vu des malades auxquels on avait, par des cautérisations successives, enlevé presque toute la muqueuse du pharynx, et chez lesquels, cependant, les granulations existaient encore sur les parties de la muqueuse qui n'avaient pas été détruites, en même temps que persistaient la douleur et l'aphonie. J'ai observé des malades qui, en Amérique, s'étaient fait extirper leurs amygdales tuméfiées, et qui, cependant, présentaient toujours les symptômes d'aphonie, parce que les granulations de la muqueuse existaient toujours. J'ai soigné ici des malades atteints de cette affection ; on leur avait excisé la luette, et

l'aphonie persistait, parce que les granulations n'étaient pas détruites (1). »

M. Spengler a attaqué directement et avec grand succès la pharyngo-laryngite par les inhalations de gaz carbonique qui se dégage en grande abondance des sources thermales d'Ems.

Le gaz des sources thermales d'Ems est composé, d'après l'analyse de M. Fresenius, pour 1,000 volumes, de

	997,26 volumes d'acide carbonique
et de	2,74 volumes d'azote.
	1,000,00

1 litre d'eau minérale d'Ems (Kraenchen) contient = 606 centimètres cubiques de gaz acide carbonique libre. (*M. Fresenius.*)

Au début, dit M. Spengler, les malades sont légèrement éprouvés par ces inhalations de gaz thermal mêlé d'air et de vapeur d'eau ; ils ressentent un peu d'irritation des bronches, de la pesanteur de tête ; ils toussent, mais, quand ils ont fait leur apprentissage, ils ressentent bientôt les bons effets de cette médication, qui devient pour eux une véritable jouissance ; ils la réclament eux-mêmes parce qu'ils en éprouvent visiblement l'influence bienfaisante. La durée des séances d'inhalation est, en général, d'une heure par jour ; dans quelques cas, je les ai fait répéter.

Les résultats thérapeutiques de ces inhalations ont été des plus surprenants : elles ont réussi dans des cas où la cure ordinaire avait échoué.

Sur 39 malades atteints d'angine granuleuse, qui furent

(1) M. Spengler, *Pharyngo-laryngite granuleuse*, pages 4-5, 1861.

soumis à ce traitement (soutenu par la boisson d'eau minérale et par les bains), 2 seulement n'ont pu supporter les inspirations, et parce que chez eux l'angine était liée à une affection tuberculeuse. (M. Spengler a toujours remarqué que les tuberculeux étaient incommodés par les inhalations.) Tous les autres sujets ont été très-satisfaits des résultats de cette médication.

Sans être rare, la pharyngite granuleuse n'a pourtant fait l'objet d'études spéciales que depuis quelques années. Chomel, dans ses *Leçons cliniques* en 1846, en avait réuni trente observations en l'espace d'une année, dont vingt deux recueillies par lui. Il insiste sur la fréquente coïncidence de cette maladie avec les affections herpétiques; comme la cause locale la plus fréquente, il signale une conformation particulière en ogive de la voûte palatine, d'où résulte l'habitude de tenir, même pendant le sommeil, la bouche ouverte. Ce sont surtout des chanteurs, des avocats, des instituteurs qui ont présenté cette affection. Les granulations, parfois isolées, sont d'autres fois groupées en chapelet, non-seulement sur les parois du pharynx, mais sur le voile du palais, la luette. Le siége du mal est dans les follicules mucipares, souvent hypertrophiés; la marche en est très-chronique, la durée illimitée : sur quatorze sujets traités par Chomel, quatre seulement ont été guéris. Ce savant et honorable praticien recommandait, dans ces cas, l'usage des eaux d'Enghien, qui lui paraissaient agir principalement par leur élément calcique; les caustiques, surtout liquides, devaient être concurremment employés.

M. Noël Guéneau de Mussy a publié en 1856 un traité sur l'*angine glanduleuse* avec des observations sur l'action des Eaux-Bonnes dans cette affection. Conformément encore

à l'opinion émise par Chomel, l'auteur insiste sur la connexion de cette maladie avec la diathèse herpétique. La lésion locale demande une médication directe et immédiate. Parmi les modifications internes de l'état général, la médication sulfureuse tiendrait le premier rang en raison de son action spéciale dans les affections herpétiques. En résumé, selon M. Guéneau de Mussy, l'angine glanduleuse constituerait une affection à part, dont la lésion pathologique ne serait que l'expression secondaire.

M. Bouland a aussi décrit la pharyngite et la laryngite granuleuses dans un ouvrage publié en 1851; il expose avec soin l'aspect de la muqueuse, qui finit par présenter une apparence mamelonnée, due à des réunions de follicules hypertrophiés. M. Bouland cite plusieurs exemples de guérison obtenue à l'aide de lotions avec l'eau d'Enghien.

L'angine granuleuse existe assez fréquemment aussi chez les sujets scrofuleux.

A Cronthal, M. Kuster, qui applique aussi avec succès les inhalations et les douches de gaz carbonique au traitement des angines catarrhales qui simulent assez souvent la phthisie laryngée, assigne aussi pour cause à cette maladie la constitution scrofuleuse, la fatigue des organes de la respiration, le refroidissement, la suppression des règles ou des hémorroïdes.

Dans ces mêmes cas d'angine chronique d'origine scrofuleuse, qui ont souvent commencé par l'hypertrophie des amygdales, l'application locale du gaz acide carbonique s'est montrée fréquemment très avantageuse à Meinberg, sous l'habile direction de M. le docteur Piderit.

Pour résumer ce qui précède, nous dirons :

Dans les pharyngites, les laryngites simples, chroniques, qui surviennent à la suite d'une inflammation locale, les lotions, les gargarismes, les douches, soit avec le gaz carbonique, soit avec des eaux minérales acidulées contenant du gaz libre et des sels terreux, calciques ou magnésiques, suffisent ordinairement pour guérir la maladie. Dans les bronchites chroniques, surtout lorsque le siége de l'altération est situé profondément, les inhalations du gaz acide carbonique, surtout mélangé avec des vapeurs thermales, peuvent seules atteindre directement le mal.

Enfin, si la pharyngo-laryngite est due à une cause herpétique ou scrofuleuse, ou s'il y a complication avec ces maladies, il convient d'ajouter de préférence aux inhalations gazeuses des lotions, des gargarismes faits avec des eaux minérales gazeuses ou même chargées artificiellement de gaz carbonique, et de prescrire simultanément un traitement général approprié à la nature de la maladie.

C. Asthme.

L'inhalation d'air atmosphérique additionné d'une faible quantité d'acide carbonique est très-favorable aux personnes atteintes d'asthme, spécialement d'asthme *muqueux* et *emphysématique*.

Lorsque l'asthme est ancien, atonique, qu'il est accompagné d'une expectoration abondante de mucosités, lorsqu'il y a *emphysème* ou dilatation des cellules du poumon, résultant d'efforts, de catarrhes invétérés, etc., ou encore, si l'asthme est due à une névrose de l'appareil respiratoire, le gaz carbonique est très-utile, en ce qu'il détermine une excitation dans l'organe pulmonaire et qu'il produit en même temps une diminution de la sécrétion morbide des mucosités.

On commence le traitement en mélangeant avec l'air atmosphérique 1 pour 100 de gaz carbonique avec des vapeurs tièdes, provenant d'une source d'eau thermale, que l'on fait respirer dans une salle d'inhalation pendant dix, quinze, trente minutes.

Plus tard, on augmente graduellement la proportion de l'acide carbonique (2 à 3 pour 100); on prolonge la durée de la séance jusqu'à une et deux heures. Les malades se trouvent, en général, très-bien de cette médication.

M. Willemin a essayé, à Vichy, les inhalations d'air mélangé de gaz carbonique chez plusieurs malades affectés d'asthme, avec emphysème pulmonaire; quoique l'installation des appareils fût très-imparfaite, M. Willemin a néanmoins obtenu de bons effets de cette médication; chez aucun des malades, la dyspnée n'a été augmentée par le fait des inhalations; presque tous en ont éprouvé une plus grande facilité de respiration et de soulagement, au moins pour le moment. L'un des malades pouvait, à la fin de sa cure, rester couché sur le dos et respirer à l'aise, ce qu'il lui était impossible de faire auparavant (1).

Beddoës (journal de Hufeland, tom. IX, X, p. 2) fait mention d'un asthmatique qui, au moment de ses accès, ne se trouvait nulle part mieux que dans l'atmosphère lourde et viciée d'une salle de théâtre, où il allait respirer dans la galerie la plus élevée.

Suivant le docteur Eimer, les aspirations gazeuses à Lagenbrücken ont toujours amélioré l'emphysème pulmonaire; elles guérissent rapidement les catarrhes bronchiques et les enrouements chroniques (2); or le gaz qu'on

(1) *Revue d'hydrologie*, 15 décembre 1858.

(2) Aimé Robert, *Bains de la vallée du Rhin*, 1857, p. 248.

y respire est formé de 200 parties d'acide carbonique pour 1 d'hydrogène sulfuré.

D. Phthisie pulmonaire.

Les médecins du siècle dernier, qui avaient reconnu les propriétés analgésiques et antiseptiques du gaz carbonique, crurent que cet agent pourrait être employé avec avantage dans le traitement de la phthisie pulmonaire pour diminuer l'irritation du poumon et faire cicatriser les altérations de cet organe.

Beddoës, Girtanner, etc., ont préconisé les inhalations du gaz carbonique dans ce but.

« L'inspiration du gaz carbonique, dit Hufeland, a été recommandée dans la phthisie pulmonaire, pour améliorer la nature de la sécrétion, dans la supposition que cette maladie serait le résultat d'une altération de la sécrétion, ou afin de diminuer la suppuration, de guérir l'ulcération, comme il arrive pour certains ulcères extérieurs en les défendant du contact trop vif de l'air atmosphérique, ou enfin à cause des propriétés spécifiques antiseptiques du gaz carbonique. On a mélangé du gaz carbonique dans la proportion d'un tiers (1) avec l'air atmosphérique et même davantage ; ce mélange modère la fièvre hectique, calme la toux, facilite, améliore, diminue les crachements; il a rendu la respiration et les inspirations plus libres, quelquefois même il a produit une guérison complète. Mais ce n'est pas seulement, ajoute-t-il, dans les cas d'ul-

(1) Cette proportion de gaz carbonique est trop forte, mais il est probable que l'on inhalait de l'air atmosphérique en même temps que le mélange gazeux. H.

cération du poumon que l'acide carbonique est un des remèdes les plus efficaces, il l'est encore dans tous les cas de suppuration des organes intérieurs, du foie, des reins, des intestins, du mésentère, etc.; il favorise la sortie du pus, nettoie et assainit l'ulcère, car le gaz carbonique est éminemment antiseptique ; il améliore la nature du pus et en diminue la quantité ; il possède en même temps la propriété particulière très-importante de modérer et d'améliorer l'ensemble de la constitution, lorsqu'elle a été viciée par la résorption de matières purulentes dans le sang, de diminuer l'excitation fébrile du système musculaire et la fièvre hectique qui en sont la suite; par conséquent, de prévenir la disposition à l'infection putride produite par cette cause. »

« L'action des eaux carbo-gazeuses sur les poumons, continue le même auteur, est aussi des plus importantes et des plus précieuses.

« Qu'elle soit le résultat d'une stimulation spécifique de cet organe, ou bien de l'effet chimique du carbone, qui surabonde dans le sang, et qui, alors, est sécrété en plus grande proportion par les poumons; que ce soit enfin le résultat de ces deux causes réunies, l'expérience a démontré que l'usage des eaux gazeuses produit les plus heureux résultats chez les personnes dont les poumons sont extrêmement irritables, disposées aux congestions pulmonaires, au crachement de sang et, par suite, même à la phthisie.

« Il est démontré que l'acide carbonique est du petit nombre de médicaments qui, dans toutes les variétés de phthisie pulmonaire, soit muqueuse, scrofuleuse ou purulente, exercent une influence des plus salutaires ; il facilite l'expectoration, en améliore la nature et diminue la quan-

tité; il apaise la fièvre hectique; ce moyen a même produit plusieurs fois des guérisons radicales.

« Je m'appuie ici sur ma propre expérience et sur celle de beaucoup d'autres pour certifier les bons effets que les eaux de Selters et d'autres analogues ont produits dans ces circonstances. » (Hufeland, *Eaux minérales d'Allemagne.*)

Nous ne pouvons que nous incliner avec respect devant le témoignage positif d'un praticien aussi compétent et aussi distingué que l'est Hufeland et faire des vœux pour que de nouvelles observations viennent confirmer les assertions de l'illustre auteur de l'*Art de prolonger la vie humaine*, et préciser nettement les cas où les inhalations d'acide carbonique peuvent être utilement employées contre la phthisie pulmonaire.

Malheureusement, les faits qui se passent tous les jours sous nos yeux sont loin de confirmer les espérances qu'avaient conçues nos prédécesseurs au sujet des inhalations carboniques contre la phthisie pulmonaire.

Dans le siècle dernier, à l'époque où écrivait Hufeland, le diagnostic des maladies de poitrine n'était rien moins que certain; c'est ce qui rend suffisamment raison des illusions qu'ont pu se faire tant d'illustres et habiles praticiens de cette époque.

D'un autre côté, cependant, les traces d'anciennes ulcérations du poumon, *cicatrisées* et *guéries*, attestent que la phthisie tuberculeuse n'est point absolument incurable et permettent d'espérer que les recherches et les efforts persévérants des praticiens parviendront un jour à obtenir la cicatrisation artificielle des ulcérations pulmonaires et la guérison de la phthisie pulmonaire, maladie si fréquente et si funeste aujourd'hui.

A notre avis, c'est particulièrement à l'aide de vapeurs, de gaz, de substances médicamenteuses réduites en poudre subtile, mélangés et tenus en suspension dans l'air inspiré, que l'on peut agir *directement* sur l'organe malade d'une manière efficace, en joignant, bien entendu, à cette médication locale une médication générale appropriée.

Quant aux inhalations d'acide carbonique, l'expérience a démontré que quand le poumon est gravement altéré, que la phthisie est arrivée au second degré, l'action de ce gaz augmente l'irritation, et la dyspnée provoque la toux et peut déterminer des accidents hémoptysiques.

S'il n'y avait dans le poumon qu'un seul point tuberculeux, ulcéré, peut-être les inhalations de gaz carbonique convenablement ménagées pourraient-elles en favoriser la cicatrisation; car l'anatomie pathologique nous démontre que souvent les poumons des vieillards présentent des cicatrices évidentes d'ulcérations anciennes du poumon qui ont été guéries, et des tubercules qui sont restés en sommeil pendant toute la durée d'une longue existence. Mais l'anatomie pathologique nous fait voir aussi, dans un grand nombre de cas, tout le parenchyme pulmonaire envahi par les tubercules; et comment espérer alors rétablir un organe décomposé, un organe qui n'existe déjà plus ?

Peut-on admettre, d'un autre côté, que l'inhalation d'un gaz irrespirable, qui est rejeté au dehors par l'expiration, favorise l'accomplissement normal des fonctions respiratoires?

Et, en supposant que l'action du gaz carbonique puisse être utile pour former la cicatrisation des ulcérations pulmonaires, il ne faut pas perdre de vue que ce gaz ne manque pas dans le poumon, qu'il y existe naturellement

et en proportion notable, puisqu'il forme un vingtième de l'air rejeté par l'expiration.

Les médecins allemands sont unanimes aujourd'hui pour proscrire cette médication chez les phthisiques; selon Graefe, elle est absolument nuisible lorsqu'il s'est formé des cavernes, celles-ci étaient presque toujours entourées d'une zone phlogosée.

Sous l'influence des inhalations du gaz carbonique, l'expectoration est diminuée, mais l'inflammation du parenchyme pulmonaire augmente; il faut même en éviter soigneusement l'usage chez les hémoptysiques. Le professeur Clarus est arrivé à la même conclusion (1). « Les inspirations d'acide carbonique étendu, qu'autrefois, dit-il, j'ai souvent employées chez les tuberculeux, n'ont jamais arrêté les progrès du mal; elles ont, au contraire, produit des effets fâcheux par l'irritation qu'elles occasionnent au poumon. » Ce résultat est encore conforme à ceux qu'a observés M. Goin, médecin à Saint-Alban (2).

Mais, si l'utilité des inhalations de gaz carbonique est nulle ou douteuse pour les cas de phthisie confirmée, il n'en est plus de même lorsqu'on les emploie comme moyen *prophylactique*, *avant* que le mal n'ait fait des progrès, pour modérer l'action trop excitante de l'oxygène de l'air, modifier la composition du sang, tempérer la vivacité du sang artériel, calmer l'irritabilité et l'énergie surabondante des organes et des fonctions de la respiration.

(1) *Handbuch der spec. Arzneimittellehre*, Clarus, Leipzig, 1856, première partie, page 305.

(2) Patissier, *Rapport*, 1851-1852, *Mém. de l'Académie de médecine*, tome XVIII.

Dans une communication très-intéressante, faite à la Société médicale d'hydrologie de Paris (1), M. le docteur Mascarel s'est exprimé ainsi :

« Je suis un partisan avancé de la curabilité de la phthisie, à la première, à la seconde et même à la troisième période.

« S'il est vrai qu'il guérit peu de phthisiques à Paris, il n'en est pas de même en province.....

« Les ouvriers de la manufacture d'armes de Châtellerault sont décimés par la phthisie. Nous suivons l'évolution du tubercule et nous pouvons en enrayer la marche. Nous voyons la phthisie succéder, au bout de huit, dix, quinze ans, à une série de bronchites, de pneumonies, de pleurésies. Depuis que l'on a pris l'habitude de donner à ces malades leur retraite, de les envoyer à la campagne dès qu'ils présentent les signes de la tuberculisation au premier degré, on en voit guérir un grand nombre. Je dois ajouter que l'huile de foie de morue est ici d'une grande utilité.

« L'action sédative des eaux du mont Dore, dans les phthisies éréthiques à marche rapide, est tout à fait remarquable. Sous l'influence de demi-bains, de bains de pieds, de l'eau administrée en boisson avec prudence, des inhalations dans le vaporarium, j'ai vu un malade, avec des altérations déjà très-avancées, s'améliorer rapidement; c'est-à-dire que la fièvre a cessé, que la toux et l'oppression ont diminué, que l'appétit a reparu, que les forces ont commencé à renaître. Ce traitement a évidemment exercé une influence provisoirement bienfaisante sur la marche de la maladie.

(1) *Annales de la Société d'hydrologie;* mars 1864, page 230.

« Quel est le mode d'action des eaux du mont Dore?...

« Elles agissent comme calmantes, comme résolutives, en décongestionnant les poumons ; elles agissent comme résolutives sur la peau, y rappellent la sueur, la transpiration, celle des pieds en particulier, y ramènent des éruptions.

« Ajoutons à cela le séjour dans la salle d'inhalation, le *vaporarium*, où l'on est étonné de voir des phthisiques respirer si facilement dans une atmosphère dont la température varie de 25 à 35 degrés. Il est très-rare que l'on y observe des hémoptysies. »

L'opinion éclairée et si consolante de M. le docteur Mascarel ne doit-elle pas encourager les praticiens à tenter, lorsqu'il en est temps encore, une médication simple et facile, qui produit des résultats aussi heureux?

Nous ferons observer que, dans la médication dont il s'agit, l'acide carbonique est administré sous trois formes : 1° en *boisson* par l'ingestion de l'eau ; 2° en *application extérieure* par les demi-bains ; 3° en *inhalation*, mélangé à la vapeur d'eau.

CHAPITRE III.

MALADIES DU SYSTÈME NERVEUX.

L'action qu'exerce le gaz carbonique sur le système nerveux est d'abord stimulante, excitante et irritante.

Mais cette action, lorsqu'elle est prolongée pendant quelque temps, devient sédative, calmante, analgésique et anesthésique, par suite des modifications qui s'opèrent dans la composition chimique du sang, ou des réactions sympathiques qui ont lieu par l'influence du gaz sur d'autres organes.

Névralgies. Les bains et les douches de gaz carbonique sec, ou spécialement mélangé avec des vapeurs d'eau chaude, ont généralement de bons effets contre la plupart des douleurs névralgiques, spécialement les névralgies dentaires, faciales, intercostales, intestinales, vésicales, utérines, etc. ; dans celles des membres, la sciatique, les crampes, dans le tétanos, l'hystérie et dans les douleurs qui accompagnent ordinairement le rhumatisme et la goutte *chronique.*

« L'installation de bains et de douches de gaz acide carbonique à Royat nous a permis, dit M. le docteur Allard, de constater des effets anesthésiques très-marqués contre certaines névroses et névralgies. Nous avons vu une névralgie sciatique guérie ou à peu près après une seule douche de gaz d'une heure. Les résultats obtenus contre les névralgies de la *cinquième paire* ne sont pas moins remarquables. » (*C. Allard. — Royat,* 1864.)

L'action des douches et des bains de gaz carbonique est

aussi très-remarquable et des plus salutaires dans les affections nerveuses, qui ont un caractère torpide ; dans les paralysies et les névralgies, qui sont la suite de blessures ou de lésions externes, ou qui résultent de la suppression de la transpiration, de celle des flux sanguin, menstruel ou hémorroïdal ; d'éruptions cutanées répercutées, d'affections herpétiques, etc. ; contre certaines affections qui ont leur siége dans les organes abdominaux, et que l'on observe souvent chez les malades atteints d'hypocondrie, d'hystérie, de chlorose, etc.

Très-souvent, les malades atteints de douleurs névralgiques très-vives, de maux de dents, d'oreilles, de crampes, etc., éprouvent, en entrant dans le bain de gaz, ou par la simple application de la douche gazeuse, un soulagement instantané, une diminution immédiate et surprenante de la douleur. — Voyez pages 162, 227 et suivantes.

Ainsi, les douleurs névralgiques, qui ont pour cause le refroidissement, l'aménorrhée ou des hémorroïdes supprimés, cessent et disparaissent promptement dès que les bains de gaz déterminent une transpiration abondante, rétablissent l'écoulement du flux hémorroïdal, menstruel, etc.

Toutefois, dans les affections nerveuses, il faut surveiller avec attention les effets du gaz.

Lorsqu'il y a éréthisme du système vasculaire ou nerveux, si le traitement par les bains de gaz n'est pas conduit avec une attention particulière, alors survient quelquefois une surexcitation fâcheuse, qui peut être de longue durée, telle que l'augmentation de la sensibilité, l'agitation du sang, l'insomnie, des congestions vers le cerveau.

les poumons ou les organes abdominaux, une surexcitation du système sexuel, etc.

Voici quelques exemples de névralgies améliorées à Vichy par les bains de gaz carbonique, sous la direction de M. Willemin (1).

« Une dame d'une forte constitution, atteinte d'une névralgie utérine et ovarique, compliquée d'un *lumbago* très-douloureux par moments et rendant les mouvements du tronc presque impossibles, éprouva, après la première immersion du siége dans le gaz carbonique, la disparition presque complète de ses douleurs. Elle était arrivée à la galerie, pouvant marcher à peine; elle marcha assez librement au sortir de la séance. Après quelques bains, de l'effet desquels elle se louait beaucoup, elle eut, à la suite d'un refroidissement, une récidive de lumbago.

« Une religieuse, âgée de vingt et un ans, prit quinze bains de gaz carbonique (faisant deux séances quotidiennes d'une demi-heure chaque) pour une *névralgie sciatique* des plus douloureuses de la cuisse droite et qui rendait la marche difficile. La malade fut obligée de partir et de laisser son traitement inachevé. J'appris, peu de temps après son départ, qu'elle ne souffrait plus; l'amélioration avait commencé pendant le traitement; depuis lors (plus de quatre ans) la guérison s'est maintenue.

« Un sujet de cinquante ans était atteint, depuis deux années, d'un *tic convulsif* non douloureux des paupières du côté droit, ce qui, à certains moments, déterminait des mouvements de contraction, très-brusques et à succession très-rapide, de l'organe palpébral. Je l'engageai à essayer des douches légères de ce gaz, dont il reçut

(1) *Revue d'hydrologie médicale*, 1858, 15 décembre, p. 67.

pendant quelques minutes le jet sur les paupières; au sortir de la salle, le tic avait complétement disparu; le malade en resta affranchi pendant plusieurs heures. Même succès les jours suivants; j'ignore le résultat définitif. »

Nous avons vu un malade qui nous a affirmé avoir été guéri, par les bains d'eau gazeuse de la Malou, d'un tic douloureux de la face, qui avait jusque-là résisté à toute espèce de médication.

Dœbereiner (1) a prescrit, dans certaines névralgies, l'aspiration du gaz qui s'échappe du malt en fermentation; il en a fait usage, pour lui-même, avec succès.

Paralysies. — On a essayé, souvent avec bonheur, les bains et les douches de gaz carbonique sec ou mélangé de vapeurs chaudes dans plusieurs cas de paralysie, et surtout d'hémiplégie accompagnée de tremblements nerveux, etc.

Les paralysies *générales* et celles qui ont particulièrement pour origine une lésion de l'encéphale sont moins susceptibles de guérison que les paralysies partielles, surtout si ces dernières ont pour cause un refroidissement, la suppression de la transpiration, du flux hémorroïdal, une lésion traumatique, etc.

Dans ces cas, l'action du gaz produit une excitation particulière à la peau, y rappelle la chaleur et la vie, rétablit la transpiration ainsi que les flux sanguins qui ont été supprimés.

Cependant, lorsque la paralysie est le résultat d'une métastase goutteuse, rhumatismale, herpétique, ou d'une

(1) Gilbert's *Annal. der Physik*, N. F., 1819, tome I, page 73.

faiblesse générale de l'innervation, la guérison se fait attendre plus longtemps.

Lorsque la paralysie est la suite d'une apoplexie cérébrale ou spinale, on ne doit jamais essayer des bains de gaz pendant les premières semaines après l'accident; il faut attendre que la congestion sanguine soit entièrement dissipée, que le caractère de la maladie soit devenu torpide. Il faut surveiller attentivement les effets produits par le gaz, car, même alors, l'action stimulante du gaz peut encore être dangereuse, et l'on doit toujours craindre une rechute.

Les bains de gaz carbonique sont également utiles dans les *paralysies* des membres, consécutives à l'apoplexie, lorsqu'il n'existe plus d'hypérémie du cerveau ou de la moelle épinière.

Les paralysies des membres inférieurs sont plus fréquentes et présentent plus de chances de guérison que celles des membres supérieurs, surtout lorsque les fonctions de la vessie ou du rectum ne sont pas compromises.

La paralysie des membres supérieurs s'accompagne souvent aussi de celle de quelques-uns des muscles de la poitrine; dans ces cas, les bains de gaz peuvent déterminer sur ces derniers une excitation particulière qui simule l'asthme; mais cette circonstance ne présente rien de sérieux et n'est pas de longue durée.

Souvent le gaz produit, dans les muscles paralysés, un fourmillement particulier, de légers élancements, un tiraillement et une roideur presque douloureuse; c'est, en général, un signe favorable. Dans les membres qui étaient froids et paralysés, la chaleur normale et la transpiration reparaissent aussi après quelques bains de gaz, et cela d'une manière très-sensible.

Chez les vieillards, la pesanteur et l'engourdissement des membres, le refroidissement des pieds et du ventre, la faiblesse des sens sont notablement améliorés par les bains de gaz carbonique.

M. le docteur Bode de Nauheim rapporte l'observation d'un homme d'un certain âge qui était atteint d'une *anesthésie* des nerfs de la main; ses mains étaient toujours froides comme la glace, et les doigts, le matin surtout, étaient si engourdis et si roides, qu'il fallait les frotter et les pétrir pendant fort longtemps, avant qu'ils fussent en état de permettre au malade de se servir de ses mains pour s'habiller.

Dès les premiers bains de gaz les mains commencèrent à se réchauffer ; au bout de quelque temps elles restèrent chaudes et flexibles pendant une heure après le bain, ensuite jusqu'au soir ; enfin elles purent conserver leur chaleur. Après quelques semaines de traitement, le malade fut en état d'écrire, ce qu'il n'avait pu faire depuis quelques années, et sa plus grande joie fut de pouvoir annoncer lui-même à sa famille son heureuse guérison.

M. le docteur Erhardt de Kissingen a obtenu le plus heureux succès de l'usage des bains de gaz dans les paralysies hystériques.

Les bains généraux de gaz carbonique, additionnés d'une petite quantité (1 à 2 p. 100) de gaz sulfhydrique, sont préférables au gaz carbonique seul dans les paralysies, suites d'intoxications métalliques, mercurielles, etc.

Peut-être se forme-t-il, dans ce cas, une combinaison qui rend solubles les composés insolubles que font les métaux avec les matières albuminoïdes, comme cela paraît avoir lieu par l'emploi des eaux minérales sulfurées dans les mêmes circonstances.

Migraine.

« J'ai pu constater les bons effets des inhalations de gaz dans certains cas de migraine existant à l'état diathésique, avec les symptômes habituels, céphalagie violente, vomissements irrésistibles, nausées, anorexie, état fébrile, etc. Chez une dame sujette à un accès périodique d'une intensité rare, j'ai pu, maintes fois, faire avorter l'accès imminent à l'aide de ces inhalations réitérées, chaque jour, pendant vingt minutes, et ayant soin de faire, dans cet intervalle, cinq à six inspirations aussi larges que possible. La malade aspirait quelquefois la bouche fermée sur le tube d'inhalation, et pendant son séjour à Vichy elle fut ainsi à l'abri de tout accès. Mais j'ignore si l'amélioration s'est maintenue depuis son départ, n'ayant eu d'elle aucune nouvelle. Ces résultats sont, du moins, encourageants et méritent de fixer l'attention des praticiens hydrologistes. » (*M. E. Barbier.*)

Enfin les bains et les douches de gaz carbonique paraissent avoir été employés avec succès dans plusieurs cas de tétanos.

« L'acide carbonique, dit M. le docteur Barbier (1), exerce sur le système nerveux cérébro-spinal une action sédative, qui peut aller jusqu'à produire quelques désordres dans les fonctions locomotrices.

« Tenant compte de ce phénomène particulier, ne pourrait-on pas considérer ce genre de médication, comme devant être surtout efficace dans cette affection qui résiste le plus souvent aux efforts les mieux combinés, *l'ataxie locomotrice progressive*, à l'égard de laquelle on n'a pas, que je

(1) *Le Monde thermal*, 1863, page 176.

sache, utilisé jusqu'ici ce précieux agent, dont l'innocuité offre des applications étendues dès qu'elles sont attentivement surveillées et prescrites avec méthode ? Ne serait-ce pas aussi ouvrir un nouvel horizon à la thérapeutique, en opposant les propriétés de l'acide carbonique à certaines névroses convulsives, comme la chorée ou danse de Saint-Guy, l'épilepsie même, contre laquelle échouent, en général, les moyens les plus puissants, les plus sagement dirigés ? »

CHAPITRE IV.

MALADIES DES MEMBRANES MUQUEUSES.

Les muqueuses sont beaucoup plus sensibles que la peau à l'action analgésique du gaz carbonique, car leur pouvoir absorbant est bien plus considérable que celui de la peau.

Or l'acide carbonique, de même que la plupart des agents médicamenteux, n'agit qu'autant qu'il est absorbé.

On a la preuve matérielle et irrécusable de l'absorption de l'acide carbonique par les injections vésicales de ce gaz ; après quelques heures, on n'en trouve plus dans la vessie, il a entièrement disparu.

Nous avons mentionné, en plusieurs occasions (page 121, etc.), les effets généraux produits par l'absorption du gaz carbonique employé en injections dans l'utérus, et nous avons dit que ce mode d'administration du gaz demande à être attentivement surveillé, à cause des réactions auxquelles il peut donner lieu.

Le gaz carbonique, appliqué localement à la surface d'une muqueuse, y produit d'abord de la stimulation et une excitation prononcée, auxquelles succède bientôt un effet sédatif, analgésique et anesthésique.

La sécrétion muqueuse normale est d'abord augmentée, mais elle diminue ensuite par l'usage, plus ou moins longtemps continué, des applications carbo-gazeuses.

Les écoulements muqueux atoniques, morbides, disparaissent promptement par les injections de gaz carbonique ainsi que par les lotions, les irrigations et les douches d'eaux minérales carbo-gazeuses; la qualité de la sécrétion se modifie, s'améliore, et devient normale.

La guérison succède assez promptement à l'emploi de cette médication.

Les injections et les lotions avec de l'eau minérale carbogazeuse, particulièrement de celles à base de chaux ou de magnésie, sont très-utiles dans les cas de sécrétion fétide, chronique, et même de suppuration purulente de la muqueuse nasale ou membrane pituitaire.

L'odeur fétide disparaît, la sécrétion redevient de bonne nature, l'ulcération se cicatrise.

Il en est de même pour certains cas de suppuration purulente du conduit auditif et dans la *conjonctivite* chronique, atonique.

Les injections de gaz carbonique, les lotions, irrigations, gargarismes avec l'eau carbo-gazeuse, sont également employés avec un grand succès dans les maladies chroniques des amygdales, du pharynx, etc.

Le humage, les inhalations d'acide carbonique mélangé à l'air et aux vapeurs d'eaux thermales produisent les meilleurs effets dans les laryngites et les bronchites *chroniques*, dans les affections chroniques de la muqueuse, du

larynx, des bronches, spécialement dans la pharyngo-laryngite granuleuse. (Voyez *Maladies des voies respiratoires,* page 260 et suivantes.)

L'ingestion du gaz carbonique ou des eaux gazeuses dans l'estomac et les voies digestives détermine une légère excitation de la muqueuse de ces organes; elle augmente l'appétit et facilite la digestion.

L'action analgésique du gaz carbonique se manifeste d'une manière remarquable dans certains cas de vomissements opiniâtres ou nerveux.

Cette propriété analgésique du gaz carbonique est connue et constatée depuis longtemps par les effets qu'elle produit sous le nom de *potion de Rivière.*

Avant que l'on connût les propriétés anesthésiques du gaz carbonique, on attribuait les bons effets de la potion de Rivière à la distension *mécanique* de la poche stomacale par le gaz.

Dans les métrites chroniques, dans les excoriations, les ulcérations de la muqueuse utérine, dans la leucorrhée, etc., les douches, les irrigations faites soit avec l'acide carbonique gazeux, soit avec les eaux carbo-gazeuses calciques produisent des effets analgésiques, désinfectants, résolutifs et cicatrisants très-prononcés. (Voyez le chapitre relatif aux maladies de l'utérus.)

Le fait que le gaz acide carbonique, appliqué localement à une surface muqueuse, agit comme sédatif ou anesthésique, explique un moyen employé communément par les anciens, Hippocrate, Paul d'Égine, Rueff, Paré, etc., qui consistait à porter dans le vagin la fumée d'herbes aromatiques et médicinales, à l'aide de tubes et d'appareils appropriés; de telles vapeurs étant chargées d'acide carbonique, il est plus que probable que, si ce traitement

était efficace, l'effet était dû aux propriétés anesthésiques du gaz dont il est question. C'est ainsi encore que la pratique moderne de faire des injections dans le vagin, etc., avec les eaux de Nauheim et de Marienbad, etc., moyen très en vogue et très-avantageux dans certains états morbides, trouve sa véritable explication dans l'action anesthésique locale produite par l'acide carbonique que ces eaux contiennent en abondance. (*M. Simpson.*)

Enfin, dans la dysurie, la cystite, le catarrhe vésical, le gaz carbonique iujecté dans la vessie a produit aussi de très-bons effets. (Voyez *Maladies de la vessie.*)

« Les injections avec l'eau gazeuse de Nenndorf, faites avec ménagement dans le canal de l'urètre, dit le docteur Grandidier (page **110**), sont d'un excellent effet dans la blennorrhée chronique et opiniâtre (goutte militaire), et je puis les recommander en toute confiance. »

CHAPITRE V.

MALADIES DU SYSTÈME GLANDULAIRE ET LYMPHATIQUE.

L'acide carbonique a une action très-marquée dans les affections du système glandulaire et lymphatique ; il ramollit promptement les glandes indurées, favorise la résolution des tumeurs lymphatiques; il diminue, ainsi que nous l'avons dit (pages 230-240), la douleur des ulcères, il en corrige la mauvaise nature et l'odeur. Il favorise la cicatrisation, ainsi que le développement des boutons

charnus et amène souvent la guérison des ulcères indolents.

Le bain de gaz carbonique mélangé à la vapeur d'eau, les bains d'eaux minérales chlorurées, bromurées, carbogazeuses sont très-efficaces dans ces diverses circonstances, surtout lorsque l'on a affaire à des sujets scrofuleux.

Le docteur Struve, savant et chimiste très-distingué de l'Allemagne, prenait les eaux de Marienbad (Bohême) pour une affection de nature lymphatique très-douloureuse qu'il avait à la cuisse et à la jambe gauche. Il ne pouvait marcher depuis plusieurs années sans béquilles, et la moindre fatigue lui causait des douleurs très-aiguës et un grand épuisement. La jambe était parsemée de glandes très-dures, et tous les vaisseaux lymphatiques étaient enflés et enflammés. Le malade souffrait, en même temps, d'un engorgement du foie et d'hémorroïdes.

Le docteur Struve eut l'idée d'exposer sa jambe à l'action du gaz carbonique, qui se dégageait en abondance et qui formait une couche épaisse à la surface de l'une des sources de Marienbad. Appuyé sur un bâton, soutenu par son domestique, il parvint à se traîner, avec beaucoup de peine et en éprouvant des douleurs très-vives, jusqu'à cette source. Assis sur le bord du bassin, il laissa pendre son pied dans la couche de gaz.

Voici ce qu'il rapporte lui-même des effets qu'il éprouva :

« Je ressentis bientôt, dit-il, une chaleur agréable, et qui allait en augmentant et produisait une sensation semblable à celle que feraient des fourmis se promenant sur la peau. Après une demi-heure, je retirai le pied, m'appuyant, comme d'ordinaire, sur mon domestique. Mais quels ne furent pas mon étonnement et ma joie, lorsqu'à chaque pas je me sentis, dans le pied, de nouvelles forces,

et que je m'aperçus que la douleur avait subitement disparu. Je me trouvai assez fort pour marcher sans bâton. Dans la vivacité de mes sentiments, je courus me présenter aux personnes qui prenaient part à mon sort. »

M. Struve continua, pendant plusieurs semaines, l'usage local du bain de gaz carbonique, avec des cataplasmes, etc. Il partit guéri de Marienbad et a joui, depuis lors, d'une santé parfaite, sans éprouver de rechute ni aucun renouvellement de ses douleurs.

Cette cure, presque miraculeuse, dont M. le docteur Struve publia lui-même la relation détaillée, appela d'une manière toute particulière l'attention des médecins sur les effets et les avantages de bains de gaz carbonique.

« Après mon troisième bain de gaz, dit ailleurs le docteur Struve, il revint dans les parties malades une chaleur que je ne ressentais pas avant l'emploi des bains; cette chaleur durait pendant plusieurs heures. Après quelques bains les douleurs revinrent plus fortes, mais elles n'empêchaient aucunement les mouvements et ne diminuaient en rien les forces de la jambe, malgré que cette amélioration fût revenue très-promptement. A la suite de chaque renouvellement de douleur, les glandes de la jambe qui étaient dures comme des pierres se ramollissaient peu à peu et se détendaient. Les mêmes effets avaient lieu chaque fois après que j'avais pris le bain de gaz; par ces motifs j'usais de ces bains avec modération pour ne pas déterminer de surexcitation. »

Hydropisies. — Œdème des pieds.

M. le docteur Erhardt de Kissingen nous a assuré avoir obtenu les meilleurs effets des bains de gaz carbo-

nique contre l'hydropisie ascite et d'autres hydropisies.

Les bains locaux de gaz carbonique ont également produit d'excellents effets dans plusieurs cas d'œdème des pieds, consécutif à diverses affections débilitantes, aux hémorragies, à un accouchement laborieux, etc., lorsqu'il n'y a point, d'ailleurs, d'autres causes internes à la maladie.

Dans ce cas, le bain de gaz carbonique sec et chaud a une double action. D'abord il détermine une transpiration locale abondante qui diminue l'accumulation de la sérosité; d'un autre côté, il rappelle la chaleur et la contractilité de la peau et lui rend la vie.

CHAPITRE VI.

MALADIES DES ORGANES DES SENS.

Maladies des yeux.

Nous avons déjà dit, en parlant des propriétés physiologiques du gaz carbonique, que cet agent produit une irritation très-vive sur l'œil.

Aussi doit-on ne faire usage de ce moyen qu'avec de grandes précautions, et s'en abstenir lorsqu'il y a une disposition inflammatoire, car l'action irritante du gaz pourrait amener la photophobie.

M. Boussingault a fait l'observation que les ouvriers qui travaillent constamment dans les mines de soufre des Cordillères, où ils restent longtemps exposés aux émana-

tions d'une grande quantité de gaz acide carbonique, deviennent assez fréquemment atteints de cécité (1).

Les douches de gaz carbonique sont utiles dans les inflammations de la conjonctive et des paupières, lorsqu'elles sont passées à l'état chronique, torpide ou atonique, même d'origine scrofuleuse ou herpétique; dans l'amblyopie ou faiblesse de la vue; dans plusieurs affections des nerfs de l'œil, soit des nerfs sensitifs, soit des nerfs moteurs.

On doit administrer les douches très-légèrement, à la distance de 1 à 3 décimètres de l'œil, ou faire passer le gaz à travers une étoffe claire de mousseline, pour le tamiser ; et, lorsque l'œil est trop sensible, diriger le souffle gazeux très-léger sur les paupières fermées. (Voyez la quatrième partie, relative au mode d'administration du gaz.)

On a employé également, dans les mêmes circonstances, des compresses imbibées d'eau carbo-gazeuse froide, que l'on applique sur les yeux fermés, et que l'on humecte, et que l'on change à chaque cinq minutes; on répète cela trois ou quatre fois par jour pendant un quart d'heure.

Graefe a recommandé et employé avec succès un moyen très-simple de donner une sorte de bain de gaz carbonique aux yeux.

Ce moyen consiste à exposer les yeux près la surface d'un vase ou d'une cruche contenant de l'eau carbogazeuse fraîche. Le dégagement spontané du gaz carbonique forme à la surface du vase une couche gazeuse mélangée d'air, et suffit pour donner un bain très-doux à l'œil.

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences,* tome XL, page 1007.

On doit prendre, chaque jour, 3 ou 4 bains de cette espèce pendant un quart d'heure.

Maladies de l'oreille.

Les injections de gaz carbonique dans l'intérieur de l'oreille, soit par le conduit auditif externe, soit par la trompe d'Eustache, ont présenté les résultats les plus satisfaisants dans certains cas de dureté de l'ouïe, de surdité torpide, d'otite chronique, surtout d'otorrhée chronique, avec sécrétion surabondante ou écoulement *purulent* et *fétide*.

La surdité nerveuse, ou névrose de l'ouïe, l'otorrhée chronique d'origine scrofuleuse, herpétique, goutteuse, rhumatismale, celles qui sont la suite d'un refroidissement ou d'une suppression de la transpiration, éprouvent de réelles et de notables améliorations par les injections carbo-gazeuses; mais il est d'une haute importance que l'otite soit atonique, qu'il n'existe point de congestion active, point de disposition à l'inflammation, sans quoi les injections gazeuses augmenteraient l'irritation et la douleur, et pourraient même déterminer quelque congestion vers l'organe cérébral.

L'injection du gaz carbonique tiède dans l'oreille externe produit un certain bruissement qui plaît aux personnes atteintes de surdité, parce qu'elles *entendent* très-distinctement ce bruit.

Elle détermine de la chaleur et de la rougeur dans le conduit auditif et donne lieu à une sécrétion abondante de la muqueuse, ce qui a suffi, dans quelques cas, pour produire du soulagement.

Lorsque l'écoulement est chronique, purulent et fétide,

les injections gazeuses lui enlèvent sa mauvaise odeur; elles font tarir et dessécher peu à peu cet écoulement.

Surdité.

« C'est surtout dans les cas de surdité commençante, résultant soit d'une otite chronique, soit d'une paralysie débutante de la pulpe auditive, ou d'une lésion de la trompe d'Eustache, à la suite d'une phlegmasie de cet organe, que les douches d'acide carbonique sont suivies de résultats heureux et souvent inattendus. On a, en effet, observé des malades qui avaient ainsi recouvré instantanément le sens de l'ouïe après quelques séances, même après une première opération; mais dans ce cas l'effet n'a été que temporaire; il en était résulté, toutefois, une modification notable et satisfaisante. Dans cette affection, le malade dirige le jet de gaz dans l'oreille externe pendant dix à vingt minutes, réitérant au besoin l'opération dans la journée, et prolongeant ainsi quinze à vingt jours, suivant les résultats obtenus. Il est rare qu'après ce délai il ne se produise pas au moins une amélioration sensible, et quelquefois le rétablissement de l'ouïe. J'ai recueilli une observation de ce genre chez un malade affecté de surdité du côté gauche, à la suite d'une angine tonsillaire chronique, et qui avait déterminé un très-notable affaiblissement de l'ouïe. L'oreille droite, restée saine, étant comprimée, il ne percevait, du côté opposé, qu'un bourdonnement confus, depuis quelques années. Les douches de gaz furent dirigées alternativement dans l'oreille externe, et par la bouche, vers la trompe d'Eustache. Les séances furent assidûment suivies pendant dix-huit jours consécutifs, sans dépasser une durée de trente

minutes. Après la première épreuve, il survint une amélioration qui rassura singulièrement le malade et l'engagea à suivre avec exactitude la médication prescrite. Ce premier effet ne se maintint pas, mais, après quelques jours, il se produisit une modification nouvelle, et les essais répétés deux fois par jour, il survint, après la dix-huitième séance, un rétablissement formel. Le malade, en dirigeant la douche vers l'oreille interne, faisait arriver à quelques intervalles une certaine quantité de gaz; puis, fermant la bouche et les narines, il exécutait une expiration forcée, déterminant ainsi la pénétration de l'acide carbonique par la trompe d'Eustache. Ce procédé ne put être mis en usage à toutes les séances, mais seulement avec de longs intervalles, attendu l'état de lipothymie qui menaça le malade au début. On insista donc sur le douchage principalement, la bouche étant ouverte et permettant le libre accès de l'air. L'ouïe était enfin revenue, à peu de chose près, à l'état normal, lorsque le malade, qui prenait en même temps les eaux, quitta Vichy, heureux du résultat obtenu. » (*Dr E. Barbier.*) (1)

« Un malade atteint d'asthme, sujet, en outre, par moments, à une demi-*surdité* fort gênante, et qui paraissait dépendre d'un état de gonflement de la muqueuse du conduit auditif interne, ayant été pris, à Vichy, de cet accident, en fut débarrassé immédiatement après deux courtes séances de douchage faites le même jour, à la fois dans la gorge et dans le conduit auditif externe; la surdité, qui durait ordinairement plusieurs jours, ne reparut pas les jours suivants. — Un résultat analogue avait été obtenu

(1) *Le Monde thermal*, 1863, page 196.

chez un autre malade atteint d'angine chronique. » (*M. Willemin.*)

M. Bonnafond a communiqué à l'Académie des sciences (1) un appareil à injections gazeuses dans l'oreille interne, contre les surdités et les bourdonnements nerveux. Voici un extrait de la note de M. Bonnafond :

« C'est en 1724 que Guyot, maître de poste à Versailles, imagina le cathétérisme des trompes d'Eustache, qui le guérit de sa surdité ; cette opération, que les médecins n'avaient pas crue possible jusqu'alors, ne fut accueillie, malgré le résultat merveilleux qu'en avait obtenu son inventeur, qu'avec la plus grande réserve.

« Après bien des résistances, le cathétérisme des trompes ayant enfin acquis dans la science la position qu'il méritait d'y occuper, les praticiens cherchèrent à l'utiliser pour introduire dans l'oreille moyenne des agents plus énergiques et moins dangereux que les injections liquides. C'est ainsi que Deleau eut l'heureuse idée de remplacer les injections par l'insufflation d'air simple. Cette substitution des gaz aux injections liquides opéra une révolution des plus favorables dans la thérapeutique des cophoses, puisque, avec les nouvelles insufflations, on n'avait à craindre aucun des accidents résultant de la stagnation des liquides dans la cavité tympanique. Il restait encore à trouver des appareils convenables pour porter les douches gazeuses dans l'oreille moyenne. Deleau se servait d'un grand réservoir en cuivre dans lequel on comprime l'air, puis, à l'aide d'un tube qui établit une communication entre le réservoir et la sonde, on fait pénétrer les douches dans l'oreille. M. Kramer, de Berlin,

(1) *Comptes rendus*, année 1861, tome LIII, page 783.

substitue à l'air simple les douches de vapeur d'éther acétique. M. Bonnafond a disposé un appareil au moyen duquel il peut mélanger et injecter plusieurs gaz et plusieurs genres de vapeur à la fois.

« Les liquides, dit-il, que je préfère employer, et qui, jusqu'à présent, m'ont le mieux réussi, sont l'éther, l'ammoniaque, le chloroforme, l'essence de menthe, le camphre et le benjoin. Les mélanges des vapeurs d'éther avec le chloroforme ou le camphre m'ont donné les meilleurs résultats contre les bourdonnements nerveux, cette infirmité qui met au supplice les personnes qui en sont affectées. »

L'extrait de la note de M. Bonnafond ne fait pas mention de l'emploi de l'acide carbonique en injection contre les maladies de l'oreille.

Mais nous savons que l'injection du gaz carbonique par la trompe d'Eustache a été pratiquée souvent, et avec succès, à Hombourg-les-Bains, au moyen d'un cathéter particulier, et qu'elle a produit les plus heureux effets.

L'amélioration produite par l'insufflation du gaz carbonique par la trompe d'Eustache est rendue évidente par le fait suivant, rapporté par M. Willemin (1).

« Un médecin fort distingué, d'un âge assez avancé, atteint d'une surdité déjà ancienne, et qui avait résisté à tous les traitements, se soumit aux inhalations de gaz carbonique à Vichy. Voici comment il les pratiquait : il faisait une profonde inspiration de gaz, puis, se bouchant complétement le nez et la bouche, il faisait un mouvement de forte expiration, de manière à forcer le gaz à pénétrer dans les trompes d'Eustache. Ayant répété l'opération

(1) *Revue d'hydrologie médicale*, 15 décembre 1858, page 67.

quatre ou cinq fois de suite, notre confrère déclara qu'il *entendait mieux;* il lui *semblait* que le conduit auditif s'était désobstrué; cet heureux résultat fut de courte durée. Il voulut recommencer le lendemain, mais, lorsqu'il eut fait deux ou trois fois avec force le mouvement d'expiration, sa face rougit, il éprouva de la lourdeur de tête, il craignit une congestion, et ne jugea pas à propos de continuer l'expérience, même en la poussant moins activement : elle en resta là. »

CHAPITRE VII.

MALADIES DIVERSES.

Fièvres.

L'acide carbonique a été employé avec succès comme antiseptique, sédatif, rafraîchissant, sous la forme de gaz ou de boisson gazeuse, dans les fièvres pernicieuses, typhoïdes, etc.

Hey, Pervical, Dobson, Cavallo, Priestley, Gmelin, Hulme et Günther (1) ont souvent fait usage du gaz carbonique dans les fièvres asthéniques, surtout dans le typhus avec une tendance à la putridité.

Pour administrer cet agent sous la forme d'inhalations, dans ces maladies, il suffit de laisser dégager naturelle-

(1) Voyez : Dobson, *l. c.*, pages 162 et 191; Gunther, *l. c.*, pages 104 et 247; Gmelin, *l. c.*, page 246; Cavallo, *l. c.*, pages 115, 117 et 120.

ment le gaz d'eaux carbo-gazeuses que l'on déposera dans la chambre des malades, dans des vases ouverts; on peut aussi vider, dans l'appartement, des ballons remplis de gaz et dont on connaît la capacité.

L'atmosphère de la chambre ne doit jamais contenir plus de 1 ou tout au plus 2 pour 100 de gaz carbonique; cette quantité de 1 pour 100 de gaz, dont l'effet est presque toujours agréable aux malades, est déjà suffisante pour corriger l'odeur fade et repoussante de l'air des chambres où se trouvent des sujets atteints du typhus.

Toutefois, si ces fièvres étaient compliquées d'un état particulier d'irritation des poumons, ou bien si le sang se portait vers la tête, dans ces cas les inhalations d'acide carbonique sont contre-indiqués, parce que l'action du gaz serait trop excitante sur le système cérébral et sur les organes respiratoires.

Dissous dans l'eau et administré sous la forme de boisson gazeuse, l'acide carbonique est très-utile dans ces sortes de fièvres.

On a employé avec avantage, dans ces cas, l'eau de Selters, l'eau de Seltz artificielle, ou d'autres boissons carbo-gazeuses mélangées avec l'eau de fontaine fraîche.

Dissous dans l'eau, c'est une boisson rafraîchissante, antiseptique et très-agréable pour les malades, auxquels on ne doit pas la refuser sans des motifs sérieux. (*Graefe.*)

Les malades acceptent avec plaisir et même demandent souvent cette boisson tout à la fois salutaire et agréable. (Voyez, à la quatrième partie, le chapitre relatif à l'emploi des eaux et boissons gazeuses.)

La limonade gazeuse (mélange d'acide citrique, de sucre et d'eau), dans laquelle on fait dissoudre deux

fois son volume de gaz carbonique, est également très-utile dans ces cas. Les malades prennent cette boisson avec avidité; elle calme la soif la plus ardente, diminue la chaleur et produit un grand soulagement. Seulement, lorsque ces boissons sont prises en excès, elles occasionnent de la pesanteur à la tête, des étourdissements, et déterminent une surexcitation nuisible. Il faut, par conséquent, éviter de faire usage de l'acide carbonique dans les cas de congestions du sang vers le cerveau, et surtout dans le typhus cérébral.

On a aussi employé l'acide carbonique sous la forme de lavements contre ces mêmes fièvres, soit à l'état de gaz, soit dissous dans l'eau. Pour administrer les injections de gaz sec, on en remplit des vessies munies d'une canule un peu longue que l'on introduit dans l'intestin. On fait sortir le gaz peu à peu en pressant légèrement le ballon. On peut faire usage, pour cet objet, des vases siphoïdes ou siphons ordinaires d'eau gazeuse. (Voyez la quatrième partie.)

Hey et Pervical ont employé, dans les fièvres typhoïdes, des lavements de cette espèce, administrés de deux heures en deux heures.

Hulme, Richter et plusieurs autres médecins en ont fait particulièrement usage pour les malades atteints de fièvre typhoïde avec déjections putrides.

Quoique le gaz carbonique seul ne soit pas suffisant pour guérir ces sortes de maladies, cependant c'est un auxiliaire très-utile à cause de la propriété qu'il a d'exciter l'activité vitale, et surtout de prévenir et d'arrêter la décomposition putride des matières animales.

Hey, réfléchissant sur les résultats des expériences indiquées dans l'ouvrage de Macbride et encouragé par les

réflexions du docteur Priestley, se détermina à administrer des lavements d'air fixe à une personne attaquée d'une fièvre putride très-opiniâtre, et qui avait résisté jusqu'alors aux remèdes ordinaires les plus appropriés à cet état. Il fit plus, il mêla de l'air fixe à la boisson du malade, et à l'aide de ce seul remède il eut la consolation de voir disparaître en peu de jours les symptômes de cette grave maladie.

Ce même moyen, sagement employé plusieurs fois depuis, en pareilles circonstances, a toujours eu le même succès (1).

L'*emphysème artificiel*, ou l'*insufflation* du gaz carbonique dans le tissu cellulaire, est une opération fort simple et point dangereuse qui aurait été employée, avec succès, dans quelques cas de fièvres *putrides*, etc.

Achard, de Berlin, l'a vivement recommandée aux médecins, il y aura bientôt un siècle.

Voici ce qu'on lit dans l'ancien *Journal de médecine* de l'année 1785. (*Compte rendu des travaux de l'Académie de Berlin pour* 1781.)

« L'insufflation de l'air fixe dans le tissu cellulaire a convaincu M. Achard que cet air ne dérange pas l'économie animale, et qu'il est absorbé par les parties fluides avec beaucoup de facilité et en grande quantité.

« On connaît les effets salutaires que l'air fixe produit dans les maladies qui proviennent de la putréfaction, dit-il, et je crois que ce moyen de l'administrer, c'est-à-dire par l'insufflation, serait de la plus grande utilité, et bien préférable aux autres moyens qu'on a mis en pratique jusqu'à présent pour le faire servir à l'usage médical, et

(1) Sigaud de Lafond, *Air fixe*, page 69.

qui consistent à le donner en lavements, ou à le faire boire mêlé avec de l'eau, ou enfin en le dégageant dans l'estomac, en prenant des terres absorbantes et des acides à de petits intervalles. La quantité d'air fixe qui peut s'unir et être absorbée des humeurs par les pratiques usitées est bien moindre que celle qu'elles absorbent lorsqu'on administre l'air fixe par voie d'insufflation, ce qui est suffisamment prouvé par mes expériences.

« De plus, les points de contact de ce puissant antiseptique, le seul de tous ceux qu'on connaît qui soit capable de rétablir dans leur premier état les matières animales déjà putréfiées, sont plus nombreux, lorsqu'il est répandu dans le tissu cellulaire, que lorsqu'il est pris en lavements ou porté dans l'estomac, soit par des boissons, ou en prenant alternativement des acides et des alcalis. » Voyez page 145.

Choléra.

Le docteur Krasnoglaedoff fit usage, en 1847, d'inhalations d'acide carbonique dans la période algide du choléra; « sous leur influence, dit-il, la respiration devint plus facile, le pouls se releva, pour se ralentir après dix minutes d'inspiration; le froid extérieur diminua aussi bien que la chaleur intérieure; les crampes cessèrent pour se reproduire quand on interrompit les inhalations. » (*Union médicale*, 15 juillet 1858.)

Peut-être des bains de gaz carbonique mélangés avec de la vapeur chaude, ou des bains chauds d'eaux minérales carbo-gazeuses, seraient-ils efficaces au début de cette triste et cruelle maladie ?

L'eau de Seltz a été l'un des moyens le plus généralement employés, et peut-être l'un des plus efficaces pour

combattre le choléra; seule, elle arrêta souvent des vomissements qui avaient résisté aux prescriptions les plus savantes, les plus énergiques. Comme boisson adjuvante, elle éteignait la soif ardente qui brûlait le patient et rafraîchissait ses entrailles; son action diurétique aidait à ramener la sécrétion rénale, et avec elle un espoir de guérison; tandis que l'action anesthésique, aujourd'hui très-bien démontrée, de l'acide carbonique contribuait à calmer les contractions douloureuses des muscles et des intestins.

Chaque nouvelle invasion de l'épidémie asiatique n'a fait que constater davantage l'efficacité de l'eau de Seltz contre le choléra, et toujours on l'a recommandée, durant ces terribles époques, comme la boisson la plus hygiénique et l'un des meilleurs moyens prophylactiques.

On s'explique facilement cette efficacité lorsqu'on sait que l'eau de Seltz arrête les vomissements nerveux, en combattant le ramollissement de la membrane muqueuse, en entretenant l'harmonie dans les organes digestifs, en s'opposant, par ses propriétés antiseptiques, à la décomposition et à la dégénérescence putride des tissus.

Scorbut.

Pringle, Dawson, Callisen et Tozetti rapportent diverses expériences fort importantes qu'ils ont faites au moyen du gaz carbonique employé comme antiscorbutique. Le gaz carbonique agit d'une manière efficace dans cette maladie :

1° *Comme acide*, en arrêtant les progrès de la décomposition, qui a lieu dans les affections scorbutiques;

2° *Comme excitant du système nerveux,* en ranimant

puissamment l'activité vitale, qui, dans cette affection, est toujours amoindrie.

Lorsqu'il y a *une disposition générale* scorbutique, il faut introduire ce gaz dans tout l'organisme par le moyen des inhalations, des boissons gazeuses et des bains de gaz pur ou d'eaux gazeuses. Pour la boisson, il faut préférer l'eau gazeuse *ferrugineuse* à l'eau gazeuse *alcaline*, car l'alcali détruit en partie l'effet utile du gaz.

Dans les affections scorbutiques *locales*, on applique le gaz immédiatement sur les endroits malades sous forme de topique.

On emploie avantageusement les gargarismes avec de l'eau carbo-gazeuse contre les ulcères scorbutiques de la bouche.

Les ulcérations nasales guérissent par l'application de la douche de gaz dans les fosses nasales ou par l'aspiration de l'eau carbo-gazeuse par le nez.

Par l'usage, journellement répété, des bains généraux et locaux, de gaz sec et de douches ainsi que de cataplasmes ou applications de linges imbibés d'eau carbo-gazeuse, les ulcères de la peau et particulièrement ceux des membres inférieurs, s'améliorent promptement. On emploie les cataplasmes fermentants lorsque la suppuration est arrêtée.

Dans toutes les affections de nature scorbutique, l'emploi du gaz carbonique fait disparaître l'odeur fétide si désagréable de la suppuration et améliore la nature et les qualités du pus. (Voy. page 238.)

Mais on doit faire usage du gaz seulement tant que le caractère *scorbutique* prédomine ; une fois que celui-ci a disparu, on doit continuer le traitement par les moyens ordinaires que l'on emploie pour les ulcères simples. (*Graefe.*)

Maladies du cœur. — Ossifications des gros vaisseaux.

Nous avons déjà dit, page 13, que le Dr Nicolas avait observé que, sous influence du traitement par les eaux alcalines gazeuses de Vichy, certains bruits de souffle qui caractérisent les ossifications des valvules du cœur avaient diminué ou même disparu.

C'est une opinion vulgaire et admise par tout le monde à Carlsbad, que ces eaux ont la propriété de ramollir le cal des os fracturés.

Ce fait peut très-bien s'expliquer par la propriété que possède le gaz carbonique de dissoudre les phosphates calcaires.

Or, si les eaux sulfatées-carbonatées de Carlsbad, qui contiennent une grande quantité de gaz carbonique libre, attaquent le phosphate de chaux qui solidifie le cal ou qui forme la soudure des os fracturés ;

Si les eaux carbonatées-gazeuses de Vichy sont utiles pour détruire les ossifications du cœur, n'est-il pas permis d'attribuer à la présence de l'acide carbonique, contenu en grande abondance dans ces sources minérales, la propriété qu'on leur accorde de dissoudre les dépôts accidentels et anormaux de phosphate calcaire qui ont lieu dans les ossifications du cœur et des gros vaisseaux, de même que dans la pierre, la goutte, etc.?

Goutte. — Concrétions goutteuses.

A la suite du travail inflammatoire, qui caractérise les accès de goutte, il reste souvent autour des articulations, et même sur divers points du corps, un produit d'abord liquide, qui disparaît quelquefois naturellement peu de

temps après les crises, mais qui d'autres fois n'est pas complétement résorbé et se durcit graduellement pour former ce que l'on appelle ***nodosités, concrétions goutteuses, tophacées*** (*ou tophus*), qui sont presque entièrement formées d'urate de soude

L'analyse chimique a démontré que les concrétions goutteuses sont formées en grande partie d'urate de soude, d'urate et de phosphate de chaux, avec une matière fibrineuse animale.

L'urate de soude, dans la goutte, existe primitivement, à l'état demi-fluide, comme gélatineux. (***Prout***, 256.)

En triturant ensemble de l'acide urique, de la soude et de l'eau chaude, on forme une masse qui, après avoir été lavée pour en séparer l'excès de soude, a toutes les propriétés chimiques des concrétions des goutteux (1).

Les concrétions goutteuses ont leur siége habituel en dehors des capsules synoviales, sur les membranes fibreuses ; quelquefois elles se produisent dans les poches synoviales, dans les bourses muqueuses et dans les gaines des tendons.

Les concrétions tophacées finissent, en pressant continuellement sur les tissus, par les ulcérer; la peau s'enflamme et se détruit à leur niveau, et de là des plaies de longue durée, à la suite desquelles est évacuée la matière concrète qui constitue la tumeur ; d'autres fois, elles opèrent la destruction des surfaces articulaires.

La disparition des tophus est une chose rare: Charles Petit en a cependant vu disparaître, dit-il, et se résoudre sous l'influence du traitement de Vichy. « Quelquefois,

(1) **Thomson, *Chimie*, tome IX, page 344.**

ajoute-t-il, pendant la cure, les goutteux sont pris d'un accès de goutte, les tophus s'enflamment, il s'y manifeste de la fluctuation. Lorsque, quelques jours après, la résolution s'opère, on voit quelquefois la tumeur tophacée diminuer de volume et disparaître, probablement par résorption ; mais quelquefois, après s'être sensiblement tuméfiés, les tophus reprennent le même volume et la même dureté qu'ils avaient auparavant. »

Le sang des goutteux renferme toujours de l'acide urique sous forme d'urate de soude, dont on peut extraire l'acide cristallisé. M. Garrod a constaté que l'urate de soude contenu dans le sang des goutteux s'y trouve en quantité anormale, tandis que le sang même, chez une personne bien portante, renferme toujours de l'urée.

Les goutteux rendent souvent, à la fin des accès, une urine rouge qui dépose beaucoup d'acide urique ou des graviers d'urate d'ammoniaque, ce qui prouve les rapports de la goutte avec les affections calculeuses des voies urinaires, qui sont des manifestations locales d'un état morbide général. (*Nysten.*)

« Les goutteux, sans exception, dit Scudamore, à une époque quelconque, sont attaqués par la gravelle, ou bien ils rendent dans leur urine un sédiment briqueté. »

« Je crois, dit Ch. Petit, qu'un malade qui a la gravelle, ou simplement dans l'urine duquel on remarque souvent un sédiment rouge, s'il n'a pas la goutte, est au moins très-disposé à l'avoir (p. 341). »

Sur 89 goutteux soumis par Ch. Petit à l'Académie de médecine, 47 étaient graveleux ou avaient un sédiment rouge dans leur urine (p. 413).

Morgagni a observé que les calculs rénaux accompagnent souvent la goutte. (*Epistola* VIII.)

Suivant les uns (Bateman, Scudamore, Gairdner), la cause de la goutte est une altération des éléments du sang; suivant les autres (Forbes, Todd, Prout, Garrod), c'est le résultat d'une accumulation des éléments excrémentitiels. (*Braun*, Goutte.)

« D'après M. Garrod (*London medical Gazette*, février 1848), la goutte est due à une suspension momentanée ou permanente de l'excrétion de l'acide urique séparé du sang par les reins, dans l'état normal. Une formation exagérée de cet acide favorise le développement de la goutte, et les phénomènes de l'accès dépendent de l'excès de cet acide dans le sang.

« 1° Dans la goutte véritable, on trouve toujours dans le sang, avant et pendant l'attaque, de l'acide urique et des urates; ces deux substances déterminent évidemment par leur excès l'explosion de l'attaque.

« 2° Une véritable inflammation goutteuse est toujours accompagnée d'un dépôt d'urate de soude.

« 3° Cet urate de soude déposé doit être regardé comme la *cause* et non comme la suite de l'inflammation goutteuse. »

Les dépôts d'acide urique, que l'on observe si souvent dans la diathèse goutteuse, ne prouvent point du tout que l'acide urique et ses sels soient éliminés en plus grande quantité comme on le croyait; ils prouvent seulement qu'une certaine quantité de cet acide a été précipitée d'une manière assez complète du liquide qui le tenait en dissolution.

« La cause de cette précipitation abondante est due en partie à la diminution de la quantité du véhicule; peut-être aussi à la décomposition rapide des matières extractives, et, comme je le présume, à la présence

d'un acide libre, peut-être l'acide lactique. » (*Braun*, page 84.)

« Les méthodes de traitement par l'usage du phosphate d'ammoniaque et les alcalins n'ont pas eu des résultats très-favorables; car la goutte n'est pas guérie par l'usage des alcalins; les attaques reviennent comme avant et avec la même fréquence. Par l'administration de doses alcalines trop fortes, elle passe à l'état atonique. » (*Braun.*)

Du traitement de la goutte par l'acide carbonique et eaux carbo-gazeuses.

L'acide carbonique est un agent curatif et prophylactique des affections goutteuses.

A l'état de gaz, en bains locaux, il agit comme calmant, sédatif et analgésique.

En bains généraux, il favorise la transpiration et agit comme diaphorétique et sudorifique.

Dissous dans l'eau, en boisson, il donne certainement lieu à des réactions chimiques importantes et salutaires sur les urates, les phosphates qui constituent les manifestations de la goutte, comme de la gravelle, etc.

1° *Analgésique.* M. le docteur Willemin, à Vichy, a eu maintes fois l'occasion de constater les propriétés anesthésiques du gaz carbonique, administré en bains locaux, chez des sujets atteints de goutte douloureuse dans l'articulation tibio-tarsienne (1).

« Souvent, dit le docteur Heidler de Marienbad, des malades atteints de douleurs arthritiques les plus violentes, lorsqu'elles ne sont pas accompagnées d'inflammation, ont

(1) *Revue d'hydrologie médicale*, 18 décembre 1858.

trouvé un soulagement *instantané* dans le bain de gaz carbonique. »

Le docteur Heidler cite, entre autres, une dame atteinte de douleurs arthritiques des plus vives, qui, chaque fois qu'elle entrait dans le bain de gaz carbonique, sentait ses douleurs s'apaiser très-promptement et cesser à la suite de sueurs abondantes et de nature acide, qui étaient déterminées par le bain de gaz (1).

2° *Sudorifique.* L'immersion dans le bain de gaz carbonique, dit M. Willemin (2), a produit chez les malades atteints de goutte une transpiration abondante et salutaire.

« Il est très-important chez les goutteux, dit Ch. Petit, que les fonctions de la peau se fassent toujours parfaitement, car la transpiration cutanée avec la sécrétion urinaire sont les grands moyens d'élimination des acides qui surabondent chez ces malades, et de tous les éléments qui, par suite du travail continuel de décomposition et de renouvellement de la matière qui constitue nos organes, sont devenus impropres à l'entretien de la vie et deviendraient nuisibles s'ils restaient dans l'économie. »

Lorsqu'une sueur abondante survient pendant ou après le bain de gaz, elle est quelquefois un signe critique favorable, surtout dans les affections rhumatismales goutteuses et celles qui proviennent de refroidissement. Les parties du corps qui ont été atteintes par la goutte ou le rhumatisme deviennent souvent, de nouveau, douloureuses ; mais, en continuant la cure, ces douleurs disparaissent. (*Vogel*, p. 33, 34.)

« J'ai fait prendre les bains de gaz avec beaucoup de

(1) Heidler, Marienbad, 1841, page 260.

(2) *Revue d'hydrologie médicale*, décembre 1858.

succès, dit Heidler, à beaucoup de malades goutteux qui, après avoir employé déjà, pendant quelques semaines, d'autres remèdes, n'éprouvaient ni sueurs critiques, ni cette augmentation de douleurs que je considère comme bienfaisante dans ces maladies.

Le gaz produit, en pareils cas, des sueurs acides très-abondantes, qui sont suivies d'un soulagement marqué.

L'honorable docteur Travis, de Kissingen, nous a assuré avoir observé, à plusieurs reprises, que les tophus ou nodosités goutteuses diminuaient de volume par l'emploi des bains de gaz carbonique.

Parmi les médicaments administrés contre la diathèse goutteuse, les eaux minérales occupent le premier rang.

Entre celles-ci, on distingue les eaux bicarbonatées *alcalines* de Vichy; les eaux chlorurées de Wiesbaden; les eaux sulfatées de Carlsbad, Marienbad; les eaux chlorurées-sulfurées d'Aix-la-Chapelle, etc.

Mais nous devons faire observer que toutes les eaux minérales les plus vantées contre la goutte, soit sulfatées, soit chlorurées, contiennent *toujours* une quantité considérable d'acide carbonique libre et des bicarbonates; et, dans notre opinion, c'est à la présence de l'acide carbonique qu'elles doivent, en grande partie, leurs propriétés curatives.

Les nombreux et importants travaux de Ch. Petit sur le traitement de la goutte, par les eaux de Vichy, ont suffisamment démontré les avantages de cette médication dans beaucoup de cas.

Rilliet, dans un mémoire fort intéressant (1), a étudié les effets de l'eau de Vichy dans la goutte. Presque tous les

(1) *Archives générales de médecine*, 1844.

malades qu'il a interrogés ont affirmé que, depuis qu'ils prenaient les eaux de Vichy, les accès de goutte avaient beaucoup diminué de fréquence, de durée, d'intensité. Il conclut que :

« Les eaux thermales de Vichy sont, sinon un remède spécifique, au moins un moyen précieux à mettre en usage dans le traitement de la goutte; qu'elles rendent les accès moins fréquents, moins longs, moins douloureux, et qu'elles tendent à diminuer et à faire disparaître les accidents locaux qui en sont la conséquence. »

« Rilliet a recherché si c'est par le carbonate de soude qu'agissent les eaux, et il est arrivé à cette conclusion que les eaux salines thermales ont une utilité analogue, quelle que soit leur composition ; cependant il pense que les eaux de Vichy ont un degré supérieur d'efficacité. » (*Valleix*, page 105.)

Les sources de Wiesbaden (gazeuses-chlorurées), dit le docteur Braun, revendiquent le premier rang parmi les eaux minérales pour le traitement de la goutte et doivent, en partie, leur réputation aux succès qu'on y a obtenus.

« L'usage, intùs et extrà, des eaux de Wiesbaden favorise chez l'homme sain, l'excrétion de l'acide urique et de l'urée. Neubauer est arrivé aux mêmes résultats. »

« L'usage de l'eau de Nauheim (carbo-gazeuse-chlorurée), dit M. Bencke, produit une augmentation considérable dans la sécrétion de l'urée et accélère la métamorphose organique des matières azotées.

« La source d'eau chlorurée-sulfatée très-gazeuse du Ragockzy, à Kissingen, produit d'excellents résultats dans les affections de nature goutteuse. » (*M. Balling.*)

La réputation des eaux sulfatées-gazeuses de Carlsbad

contre les affections goutteuses est faite depuis longtemps.

L'eau de Vittel, à Contrexeville (bicarbonatée-calcique), qui contient 1/10 de son volume de gaz carbonique et 2gr,9 de sels de sodium et de magnésium et surtout de bicarbonate de chaux, « peut être considérée comme l'un des moyens les plus efficaces pour combattre la diathèse goutteuse. Beaucoup de malades en ont été guéris ; les plus gravement atteints en ont éprouvé un grand soulagement. » (*M. Pateson*, page 49.)

« Il résulte de l'expérience journalière que plusieurs goutteux, venant annuellement, à l'époque *la plus éloignée possible de leurs accès*, faire une ou deux petites saisons à la Malou (eau carbo-gazeuse), attribuent à ce traitement le soulagement qu'ils éprouvent, et plus d'une fois même la cessation de leurs accès. » (*M. Privat;* la Malou, page 48.)

« L'expérience m'a donné la conviction, dit le docteur Vetzlar, que les goutteux peuvent recouvrer la santé aux thermes d'Aix-la-Chapelle. La plupart des goutteux traités par ces eaux n'ont plus eu d'accès ; ces eaux ont guéri des tuméfactions de jointure ; ainsi que des malades ayant un excès d'acide urique, même un dépôt calcaire. »

(Les eaux d'Aix-la-Chapelle contiennent, par litre, 2gr.,63 de chlorure sodique et 251 cent. cub. à 283 cent. cub. de gaz carbonique libre ou demi-combiné.)

D'après les relevés statistiques comparatifs que nous avons faits sur la moyenne des guérisons et améliorations obtenues dans les maladies goutteuses, entre les eaux minérales carbonatées alcalines et les eaux sulfatées chlorurées-gazeuses, ces dernières sembleraient présenter quelques avantages ; mais nous devons dire que ces docu-

ments sont loin de présenter la certitude désirable en pareille matière (1).

Enfin l'eau pure, ordinaire, bue en grande quantité (plusieurs litres par jour), a été préconisée et employée avec avantage et avec des succès bien constatés, au commencement de ce siècle.

C'est ce qui constituait le traitement de *Cadet de Vaux*, au moyen duquel ce chimiste lui-même s'était guéri de la goutte.

Mais comme ce traitement était trop vulgaire, comme on ne pouvait pas alors en expliquer l'action ni la raison scientifique, il fut ridiculisé et abandonné.

Mais aujourd'hui nous savons :

1° Que les bonnes eaux potables ordinaires contiennent toujours une certaine quantité d'acide carbonique libre, et que les carbonates terreux s'y trouvent en dissolution à l'état de bicarbonates.

M. Jules Lefort a constaté que l'eau de la Seine contient, par litre, 60 centimètres cubes d'acide carbonique libre et combiné (2).

2° Nous savons que l'eau, bue en grande quantité, détermine l'excrétion, par les urines, d'une plus grande quantité de matières azotées (acide urique, urée) que cela n'a lieu dans l'état normal.

Ainsi s'expliquent les succès qu'a produits l'usage de l'eau pure prise en boisson et à grandes doses, dans le traitement de la goutte, suivant la méthode de Cadet de Vaux.

(1) Herpin, *Études sur les eaux minérales*, page 359.

(2) *Mém. de l'Académie de médecine*, 1863, tome XXVI, page 229.

Il n'est pas douteux pour nous qu'en ajoutant à l'eau pure ordinaire une petite quantité d'eau carbo-gazeuse artificielle on en eût considérablement augmenté les effets, en même temps qu'on eût rendu l'administration de l'eau plus agréable et d'une digestion plus facile.

« Les eaux de Seltz, de Contrexeville, l'eau gazeuse artificielle sont administrées à dose considérable, et l'on doit insister longtemps sur leur administration, car leur effet est lent. » (*Valleix*, p. 534.)

Il faut conclure des faits que nous venons de citer que les eaux *alcalines* carbo-gazeuses n'ont pas seules le privilége d'être employées avec avantages pour combattre la diathèse goutteuse, puisque plusieurs sources minérales chlorurées ou sulfatées carbo-gazeuses (Wiesbaden, Carlsbad) jouissent d'une haute réputation et de propriétés bien constatées à cet égard.

« L'action des alcalins n'est pas aussi sûre qu'on a voulu le dire. » (*Valleix*, page 581.)

N'y a-t-il pas, en effet, une sorte d'anomalie, une sorte de contradiction de chercher à former, au moyen de boissons alcalines, de l'urate de soude, contre la goutte, alors que la présence de l'urate de soude paraît précisément être la cause de la maladie?

Nous pensons que c'est moins à l'alcali contenu dans les eaux minérales bicarbonatées, alcalines-gazeuses, qu'à la présence de l'acide carbonique dans ces eaux, que doivent être attribués les bons effets qu'elles produisent dans le traitement de la goutte et dela gravelle.

Mais il faut observer que les eaux de Vichy, par suite de leur composition, peuvent agir sur la gravelle phosphatique par l'acide carbonique qu'elles contiennent, et sur la gravelle urique par l'alcali et l'acide carbonique.

Rappelons encore, car cela est très-important pour la question,

1° Que l'acide carbonique décompose les urates de chaux, de soude, etc., déplace l'acide urique de ses combinaisons;

2° Que l'acide carbonique en dissolution dans les eaux gazeuses dissout et désagrége le phosphate de chaux;

3° Que l'un des principaux rôles de l'acide carbonique, dans l'économie animale, est de tenir en dissolution les sels calcaires, qui s'y trouvent en abondance, pour fournir aux os l'élément minéral basique qui les constitue.

Nous admettons donc que l'acide carbonique, en décomposant les urates, les phosphates, en maintenant à l'état de dissolution les sels calcaires contenus dans le sang, et qui, par une cause quelconque, se trouvent dans l'économie, favorise, à l'aide d'excrétions urinaires copieuses, l'élimination de ces diverses substances, lorsqu'elles y sont inutiles ou en excès, et qu'il débarrasse ainsi l'économie des sels terreux, des phosphates, des urates, de l'acide urique libre, qui, lorsqu'ils ne sont pas expulsés et rejetés au dehors, vont se déposer, se concrétionner dans un point ou l'autre de l'économie, et former des nodosités, des tophus goutteux, la pierre, les calculs de la vessie, des reins, du foie, la gravelle, etc.

Et, lors même que l'on contesterait l'action utile de l'acide carbonique pour prévenir la formation de l'urate de soude, toujours est-il que l'addition d'une petite quantité de gaz carbonique rend l'eau simple plus agréable et plus facilement digestive et diurétique, et permet d'en boire en quantité considérable, en déterminant une excrétion urinaire surabondante, élimine et entraîne, par ce seul fait même, une quantité plus considérable d'urée

qui est rejetée au dehors de l'économie. (Voyez page 324.)

« Les eaux gazeuses, dit Valleix, ont la propriété d'activer considérablement la sécrétion urinaire... Toujours est-il que, si l'emploi de l'acide carbonique n'a pas de plus grands avantages que les boissons alcalines, on ne peut du moins lui reprocher aucun inconvénient. » (*Valleix*, p. 534.)

Comme prophylactique de la goutte et de la gravelle, nous recommandons l'usage de l'eau, légèrement gazeuse, en abondance, jointe à une alimentation végétale ou peu azotée.

Rhumatisme.

On est généralement d'accord aujourd'hui que le rhumatisme et la goutte sont deux maladies sinon identiques, du moins très-voisines, et qui ont beaucoup de rapports entre elles.

« Rien ne légitime, disent Chomel et Requin, une distinction fondamentale entre la goutte et le rhumatisme articulaire. »

Suivant MM. Pidoux et Grisolle, « la goutte est un rhumatisme développé chez des sujets d'une organisation particulière, et dans des conditions héréditaires ou hygiéniques qui ne sont pas celles de tous les rhumatisants. »

L'acide urique prédomine dans le rhumatisme comme dans la goutte, et les concrétions d'urate de soude et de chaux se fixent dans les tissus blancs.

Le rhumatisme est aussi apte que la goutte à produire des concrétions tophacées. (*Requin.*)

A la suite du rhumatisme articulaire chronique, il se forme, à la longue, des dépôts de matière gélatino-albu-

mineuse (rhumatisme articulaire proprement dit), ou des concrétions tophacées (rhumatisme goutteux); le rhumatisme goutteux est souvent très-difficile à distinguer de la goutte proprement dite. (*Nysten.*)

La diathèse rhumatismale coexiste quelquefois avec une diathèse urique, c'est-à-dire avec une tendance de l'économie à produire, dans les voies urinaires et autour des jointures, de l'urate de chaux; mais ces deux diathèses ne sont nullement liées l'une à l'autre; elles existent souvent isolément. (M. *Grisolle*, p. 880.)

Dans les affections de nature rhumatismale, les contractures des membres, etc., les bains de gaz carbonique hâtent et favorisent la guérison, parce qu'ils rappellent la chaleur dans les membres, qu'ils produisent une transpiration abondante et augmentent la sécrétion urinaire du malade en lui donnant du ton et diminuant sa trop grande susceptibilité pour les influences extérieures.

« Les bains de gaz carbonique ont été employés avec succès, surtout dans les affections rhumatismales. Il n'est pas de saison dans laquelle des rhumatisants, à une période plus ou moins avancée, n'en éprouvent un très-grand bienfait. » (*M. Rotureau,* Nauheim, p. 141.)

« Les bains généraux et les douches de gaz carbonique ont guéri un grand nombre de fois une affection bien fréquente et bien douloureuse, la *sciatique*, qui appartient, suivant les uns, aux névralgies, suivant les autres au rhumatisme. Ils ont vaincu des *sciatiques* essentielles qui s'étaient montrées rebelles à tout traitement; mais ils n'ont pas la même vertu quand il s'agit de sciatiques symptomatiques de lésions organiques ou de tumeurs comprimant le plexus ou le nerf sciatique, soit à son origine, soit dans son trajet. » (*Ibid.*)

M. le docteur Willemin rapporte qu'une dame qui souffrait de douleurs rhumatismales dans la région lombaire et dans les genoux, ayant fait plusieurs séances prolongées dans la galerie souterraine de Vichy, éprouva, à la suite de chacune d'elles, une rémission très-marquée de ses douleurs (1).

Nous avons obtenu, dit le docteur Beneke de Nauheim, des résultats frappants de l'emploi des bains de gaz acide carbonique dans les cas de rhumatisme chronique local, qui persiste après les inflammations rhumatismales aiguës ou chroniques.

Le docteur Küster, de Kronthal, a également retiré de très-bons effets du bain de gaz dans le rhumatisme.

Le docteur Travis a observé que, par suite de l'administration des bains de gaz, les mouvements des articulations et des tendons dans les membres affectés de rhumatismes deviennent plus libres.

CHAPITRE VIII.

MALADIES DES ORGANES GÉNITO-URINAIRES.

L'acide carbonique a une activité incontestablement excitante, très-prononcée, sur l'appareil générateur dans les deux sexes.

Cette action est fréquemment mise à profit avec un

(1) M. Willemin, p. 68, *Revue d'hydrologie*, 1858.

grand succès, contre l'*aménorrhée*, la *dysménorrhée*, la *leucorrhée*, la *blennorrhée;* contre certaines anomalies de la menstruation, et diverses affections utérines ; contre la *stérilité* par suite d'atonie des organes.

Non-seulement les bains et les douches locales de gaz, les irrigations utérines avec des eaux gazeuses rappellent les règles, mais les époques naturelles sont avancées de plusieurs jours, l'écoulement est plus abondant et dure pendant plus longtemps.

L'action stimulante du gaz carbonique est même si puissante, qu'elle a plusieurs fois déterminé l'avortement; aussi, par cette raison, doit-on en surveiller avec attention les effets et en interdire l'usage aux dames enceintes.

Mais, employé d'une manière convenable, cet agent produit souvent d'heureux effets contre la *stérilité*, suite d'atonie de l'utérus, de dérangements ou d'anomalies dans la menstruation, et favorise heureusement la conception.

L'acide carbonique peut être administré, dans les maladies de l'utérus et du vagin, soit à l'état gazeux, soit dissous dans l'eau. (*Eaux minérales carbo-gazeuses.*)

On l'emploie en bain local, sous forme de douches, en injections, mais surtout en *irrigations* dans le bain.

On doit faire usage, dans ces cas, d'un spéculum fenestré, à deux branches.

Le docteur Bode à Nauheim, le docteur Grandidier à Nenndorf, ont employé avec grand succès soit le gaz, soit l'eau très-gazeuse en injections, contre la *leucorrhée* ou fleurs blanches.

On a aussi injecté avec succès, dans le canal de l'urètre, de l'eau gazeuse (Spa, Bussang) au début et à la fin de la blennorrhée.

Il conviendrait peut-être mieux, dans ces cas, d'employer des eaux *ferrées gazeuses.*

Chez l'homme, l'application du gaz carbonique en bains et surtout en douches locales augmente la vitalité de l'organe.

C'est un aphrodisiaque énergique et puissant (1) dont l'usage est assurément moins dangereux que celui des préparations cantharidées et des autres compositions incendiaires que l'on vante pour le même objet.

Toutefois, lorsque l'atonie des organes est de nature éréthique et non torpide, il faut agir avec précaution, et rappeler au malade que, s'il éprouve, pendant ou après le bain gazeux, une excitation trop vive des organes sexuels, il doit employer moins souvent et pendant moins longtemps la médication carbo-gazeuse et surtout la douche locale. Une surexcitation artificielle ne ferait qu'augmenter et empirer le mauvais état fonctionnel des organes.

Nous avons dit, page 219, que l'on a employé avec quelques succès les applications de gaz carbonique, dans ce cas de chancre phagédénique très-rebelle, à la verge.

Maladies de la vessie.

Parmi les applications *analgésiques* du gaz carbonique, celle des injections vésicales est une des plus intéressantes; la grande facilité de l'introduction du gaz, l'étendue et le

(1) M. le docteur Guilland, d'Aix-les-Bains, nous a rapporté que des vignerons employés au foulage du raisin dans les cuves à l'époque des vendanges avaient, à sa connaissance, éprouvé, pendant cette opération, des effets aphrodisiaques très-marqués du gaz carbonique.

pouvoir absorbant de la muqueuse, avec laquelle il se trouve en contact, tout concourt à rendre cette application éminemment rationnelle. Nous avons dit ailleurs (page 230) qu'un des premiers essais de M. Simpson eut lieu chez une dame atteinte de vives souffrances, par suite de *dysurie* et d'une irritabilité excessive de la vessie, dont les douleurs furent apaisées comme par enchantement, bien que le gaz n'ait été administré qu'en douches vaginales.

Nous avons aussi mentionné (page 233) l'expérience faite à l'hôpital de la Charité, par M. Broca, sur un malade atteint d'une *cystite chronique* qui lui occasionnait des douleurs presque intolérables, lesquelles furent calmées et apaisées promptement au moyen d'injections de gaz carbonique dans la vessie.

C'est principalement chez l'homme que les injections vésicales de ce gaz ont été essayées, et cela le plus souvent avec succès. Ici les douches carboniques ne sont souvent qu'un palliatif temporaire, qu'un sédatif de la douleur. Toutefois, comme le fait observer M. Broca (1), dans les affections vésicales, la douleur joue un rôle tout spécial et donne lieu à un symptôme qui complique, entretient et aggrave beaucoup la maladie; nous voulons parler des envies fréquentes d'uriner, des épreintes qui, plusieurs fois par heure, obligent le malade à faire des efforts de miction. La muqueuse, dont la sensibilité est exagérée, ne peut supporter la moindre distension, et il suffit de quelques gouttes d'urine pour provoquer du ténesme et des efforts d'expulsion d'autant plus pénibles, que la vessie n'a presque rien à expulser. La souffrance,

(1) Des injections de gaz acide carbonique dans la vessie. (*Moniteur des hôpitaux*, 4 août 1857.)

quelquefois considérable, qui précède, accompagne et suit chaque miction, n'est peut-être pas ce qu'il y a de plus fâcheux dans cet état. Les contractions continuelles de l'organe malade sont de nature à entretenir l'inflammation et même à l'accroître. On s'explique ainsi comment l'injection d'acide carbonique dans la vessie enflammée peut exercer, dans certains cas, une action en quelque sorte résolutive, et comment on a pu obtenir une guérison complète et définitive là où l'on ne cherchait qu'une palliation temporaire.

C'est effectivement contre le *ténesme* et la *dysurie*, liés à la *cystite* soit aiguë, soit chronique, qu'agit le plus efficacement l'acide carbonique. Des malades qui depuis longtemps ne pouvaient garder leur urine pendant plus d'une demi-heure ont pu, à l'aide de ce moyen, rester plusieurs heures sans uriner. L'effet du gaz sur la muqueuse vésicale se prolonge beaucoup plus longtemps que sur celle du vagin ou du col utérin; ce qui, d'ailleurs, s'explique aisément par la durée beaucoup plus grande du contact du gaz emprisonné dans une cavité close. Sans doute l'acide carbonique introduit dans la vessie ne tarde pas à être soumis à l'absorption; au bout d'une heure ou deux, on s'assure aisément, par la percussion, que le volume de la masse gazeuse est notablement diminué; cependant l'absorption est généralement assez lente pour qu'une certaine quantité de gaz reste dans la vessie jusqu'à la première miction, même quand celle-ci n'a lieu qu'au bout de trois à quatre heures. Les malades alors sentent très-bien que quelque chose, comme de l'air, traverse leur canal en même temps que l'urine. Après cette première miction, il ne reste plus de gaz dans la vessie, ou du moins il en reste une quantité trop faible pour être

reconnue à la percussion; cependant l'effet analgésique se prolonge jusqu'au lendemain matin.

On s'est demandé si le soulagement remarquable produit par l'injection gazeuse était spécial au contact de l'acide carbonique et s'il n'est point dû à l'effet *mécanique* d'une couche élastique de gaz dans la cavité vésicale. En réponse à cette objection, nous citerons l'expérience suivante de M. Broca :

Chez un jeune homme atteint, depuis deux ans, de cystite, et auquel les injections d'acide carbonique avaient procuré un grand soulagement et une amélioration notable, on injecta, un matin, de l'air atmosphérique, de la même manière que les jours précédents. Quoique le malade n'eût pas été prévenu de ce changement, il accusa, au moment de l'opération, une douleur beaucoup plus vive que de coutume; le lendemain, il annonça qu'il avait souffert jusqu'au soir, et qu'il avait uriné deux ou trois fois par heure pendant la nuit aussi bien que pendant le jour. Il était découragé, croyant que les douches gazeuses avaient cessé d'agir; il ne fut rassuré que par une nouvelle injection d'acide carbonique, qui eut une pleine efficacité.

Ainsi, c'est bien aux propriétés analgésiques du gaz, et non à l'action mécanique du gaz injecté, que doivent être attribués les bons effets qu'il a produits dans le cas dont il s'agit.

A l'égard du mode d'administration des douches vésicales, nous ferons une observation qui n'est pas sans importance : les expériences de M. Broca ont été faites à l'aide d'une vessie remplie de gaz, dont on faisait passer le contenu dans le réservoir urinaire au moyen d'une

sonde ordinaire; le procédé est simple, quoique peu élégant, et d'un emploi peu commode.

Mais si l'on fait usage d'un appareil à dégagement continu (appareil Mondollot, etc.; voyez les chapitres relatifs au mode d'administration du gaz), alors il faut se servir d'une sonde à *double courant*, afin que le gaz en excès puisse s'échapper de la vessie. Il faudra, en outre, bien observer la région hypogastrique, parce que, si l'un des yeux de la sonde venait à être bouché momentanément, le gaz, en distendant outre mesure le réservoir urinaire, pourrait en amener la rupture, accident dont on comprend toute la gravité. Dans un fait dont nous avons été témoin à la maison municipale de santé, voici ce qui eut lieu, dit M. Salva (p. 35) : M. Demarquay administrait lui-même une douche vésicale de ce gaz à l'aide d'une sonde à double courant et de l'appareil à dégagement continu, chez un malade atteint de cystite chronique; il lui sembla que le gaz, après avoir pénétré dans la vessie, ne s'échappait point au dehors par l'orifice de sortie. Au moment où il allait porter la main sur l'abdomen pour s'assurer si le réservoir urinaire était distendu outre mesure, le malade s'écrie que sa vessie se crève et que le gaz lui remonte partout. En effet, il se produisit instantanément une forte intumescence de l'abdomen avec de vives douleurs. M. Demarquay interrompit aussitôt le courant gazeux, et en retira la sonde, dont il trouva l'un des yeux bouché par du mucus. Néanmoins, le lendemain, le malade était en parfaite santé : il avait continué à souffrir pendant environ deux heures après l'injection; mais, au bout de ce temps, tout s'était calmé, et le ventre était revenu à son état normal.

L'injection dans la vessie d'eau carbo-gazeuse naturelle

ou minérale, contenant un demi-volume ou un volume de gaz carbonique en dissolution, pourrait, dans diverses circonstances, être préférable à l'injection du gaz lui-même, et produire des résultats presque identiques, sinon plus certains.

Concrétions urinaires; calculs; pierre; gravelle.

Lorsque, par suite d'une affection maladive des reins et d'un désordre dans la sécrétion dont ces organes sont chargés, la nature et la composition chimique de l'urine viennent à changer; lorsqu'elle n'est pas assez acide pour retenir en dissolution les sels insolubles par eux-mêmes, ou, lorsqu'un de ses matériaux se produit en trop grande quantité, il arrive que l'urine laisse déposer dans la vessie des substances solides, des *concrétions* que l'on désigne sous les noms de *calculs* ou de *pierres urinaires*. C'est là ce qui constitue la maladie de la *pierre*, de la *gravelle*, etc.

La gravelle est le premier degré des calculs; elle diffère de ceux-ci seulement en ce que les graviers sont assez peu volumineux pour pouvoir passer par les conduits de l'urine et être rejetés au dehors avec ce liquide.

Entre la gravelle et la pierre, dit M. Segalas (1), il n'y a d'autre différence que celle du volume.

Les graviers qui se forment quelquefois dans les reins déterminent, en parcourant les uretères, pour descendre dans la vessie, des douleurs très-violentes que l'on a appelées *coliques néphrétiques*.

La formation et l'accroissement des calculs vésicaux

(1) *Essai sur la gravelle et la pierre.*

sont dus, évidemment, à la précipitation des principes qui se trouvent dans l'urine en trop grande quantité pour qu'ils y puissent rester à l'état de solution. Les substances qui sont en excès dans l'urine viennent se déposer à la surface d'un gravier ou d'un corps quelconque qui sert de noyau au calcul.

L'urine n'a, comme tous les liquides, qu'un certain degré de puissance dissolvante, qu'on appelle son point de saturation, au delà duquel elle laisse déposer, sous forme pulvérulente ou cristalline, les diverses substances qui constituent les calculs.

Avant d'aller plus loin, nous devons exposer sommairement la nature des éléments et la composition chimique des concrétions urinaires et rechercher l'action que l'acide carbonique peut exercer sur chacun d'eux en particulier.

Les matières déposées par l'urine sont, selon le docteur Prout, de trois sortes :

1° Les sédiments pulvérulents amorphes, principalement composés d'urates et de phosphates d'ammoniaque, de magnésie, de soude, de chaux, etc.

2° Les sédiments cristallisés formés d'acide urique presque pur.

3° Les concrétions urinaires solides (*pierre* ou *calculs* vésicaux) dont le volume varie depuis celui d'une fève ou d'une noisette jusqu'à celui d'une noix et même d'un œuf de poule ; elles ont le plus souvent une forme sphéroïdale ou ovoïde.

Les calculs urinaires sont rarement formés d'une seule substance ; presque toujours il y a des matériaux de différentes sortes qui sont réunis ensemble.

Les substances qui composent le plus communément

les *calculs,* ou concrétions urinaires, sont l'acide urique, l'urate d'ammoniaque, le phosphate de chaux, le phosphate ammoniaco - magnésien, les carbonates de chaux et de magnésie; enfin l'oxalate de chaux.

La *couleur* jaune rougeâtre est la nuance des calculs formés par l'acide urique.

Les calculs formés par des phosphates terreux ont une couleur grise ou blanchâtre.

Quand on brise les calculs vésicaux, en les frappant avec un marteau, ils se séparent ordinairement en deux ou trois couches concentriques, plus ou moins épaisses, ce qui annonce qu'ils se sont formés par des dépôts successifs, à diverses époques.

En résumé, les calculs de la vessie sont formés par trois acides, savoir: les acides urique, phosphorique et oxalique, associés à quatre bases : l'ammoniaque, la chaux, la magnésie et la silice réunies par des matières animales qui leur servent de lien.

C'est l'acide urique qui se trouve le plus fréquemment dans les diverses substances dont se composent les pierres vésicales.

Le sable urinaire, qu'on appelle communément la *gravelle*, rendu avec l'urine par des personnes affectées de cette maladie, n'est que l'acide urique.

Sur quatorze calculs, l'acide urique est le noyau de six (1).

D'après Prout, les calculs d'acide urique forment un peu plus que le tiers du nombre total des calculs; les calculs d'oxalate de chaux, un septième du nombre total.

(1) *Dictionnaire de médecine,* tome IV, page 73.

L'urate d'ammoniaque est, après l'acide urique, la substance la plus commune dans les calculs.

Les calculs composés de phosphates forment un quart, d'après *S. Cooper.*

Cependant, sur cent cinquante calculs examinés par Brande, les phosphates de chaux et de magnésie existaient dans cent seize.

Un certain nombre de faits bien constatés permettent d'avancer que les concrétions urinaires, composées d'acide urique, peuvent séjourner longtemps dans la vessie sans y acquérir un grand volume et sans faire naître des accidents graves, d'où il résulte qu'alors on peut différer une opération souvent dangereuse.

Mais, lorsqu'au contraire le calcul est composé de phosphate de chaux, s'il reste longtemps dans la vessie, il y prend de grandes dimensions, détermine des douleurs très-aiguës, donne naissance à diverses lésions d'organes, et finit presque toujours par entraîner la perte du sujet, si l'extraction de la pierre ne vient mettre un terme à la marche progressive de la maladie (*Prout*, 26).

Lorsque les graviers qui déterminent les accidents de la colique néphrétique sont composés d'acide *urique* (c'est le cas le plus ordinaire), l'urine est *acide*, et le sédiment offre des cristaux rhomboïdaux d'un jaune rougeâtre.

Lorsque les graviers sont phosphatiques, l'urine est *alcaline* et louche au moment de l'émission (*M. Rayer*).

Les *calculs* arthritiques sont généralement composés d'acide urique et d'urate de soude (*Nysten*).

Les calculs de cystine et d'oxyde xanthique sont rares.

De l'acide urique. — L'acide urique $C^{10} H_4 Az^4 O_6$ a été

découvert, en 1776, par Schéele, qui lui donna le nom d'acide *lithique*.

L'acide urique est un des éléments constituants de l'urine normale, qui en contient, chez un homme sain, de $0^{gr},495$ jusqu'à $0^{gr},557$ en vingt-quatre heures d'après Becquerel, et de $0^{gr},5$ à $0^{gr},8$ d'après Keubauer.

Ce n'est pas un produit des reins ; il existe déjà dans le sang normal, mais les reins seuls sont chargés de l'éliminer.

L'acide urique est un produit d'oxydation des matières azotées moins avancé que l'urée (1).

« L'acide urique, dit Schéele, est presque inattaquable par les acides sulfurique et chlorhydrique ; mais il est précipité, sous forme de poudre blanche, par tous les acides, *même par l'acide carbonique.* »

« L'addition de tous les acides, même de l'*acide carbonique*, déplace l'acide urique de ses combinaisons, et celui-ci, devenu libre, se précipite alors sous forme solide, à cause de son peu de solubilité dans l'eau. » (*Prout*, 26.)

Ces acides libres se combinent avec l'ammoniaque de l'urine, et l'acide urique se précipite, à l'état de pureté, sous forme cristalline.

Les carbonates neutres alcalins n'ont aucune action sur l'acide urique (*Fourcroy*).

Berzélius pense que l'acide urique existe dans l'urine, au moins en partie, à l'état libre et non combiné.

(1) La formation et l'excrétion de l'acide urique sont augmentées par l'ingestion d'une plus grande quantité d'aliments azotés qu'à l'ordinaire, par la diminution de l'activité respiratoire, par le repos, le sommeil, et aussi, d'après Ranke, par un exercice exagéré.

Suivant Magendie, Prout, etc., l'acide urique est, au contraire, toujours combiné dans l'urine.

C'est ordinairement à l'ammoniaque que l'acide urique est combiné dans l'urine.

La précipitation de l'acide urique cristallisé n'indique point nécessairement que cet acide se trouve en excès dans l'urine ; ces dépôts peuvent être tout aussi bien le résultat de la présence d'un acide libre quelconque dans ce fluide.

Cette précipitation est occasionnée par l'acide phosphorique et par l'*acide carbonique.*

Comme l'urée et l'acide urique sont les substances les plus azotées de toutes les substances animales, la sécrétion de l'urine paraît avoir pour objet de séparer du sang l'excès d'azote, comme celui de la respiration est d'en séparer l'excès de carbone.

Urates. Les urates ou sels formés par l'acide urique ont pour formule générale $(Ma\ O)^2\ C^{10}\ Az^4\ H^2\ O^4$.

C'est sous la forme d'urate de soude et d'urate d'ammoniaque que se trouve ordinairement l'acide urique dans l'urine humaine.

L'urate neutre de soude $(Na\ O)^2\ C^{10}\ H^2\ O^4$ est peu soluble dans l'eau, insoluble dans l'éther. La dissolution aqueuse de l'urate neutre de soude présente une réaction alcaline ; elle absorbe l'acide carbonique à l'air, et dépose de l'urate acide de soude.

L'urate acide de soude est soluble dans 1,200 parties : on l'obtient en saturant d'acide carbonique une dissolution d'urate neutre de soude.

Si à une dissolution d'urate d'ammoniaque dans l'eau on ajoute de l'acide carbonique ou un acide quelconque, il y a décomposition subite de l'urate d'ammoniaque et

précipitation de son acide sous forme solide (*Prout*, 27).

Dans l'état sain, l'urine contient l'urate d'ammoniaque en proportion telle, qu'il reste dissous à toutes les températures ordinaires. Mais, par l'effet de certaines causes qui altèrent la santé, la quantité de ce corps augmente au delà des proportions naturelles ; cette partie excédante se précipite à mesure que l'urine perd de sa chaleur, et forme alors un sédiment pulvérulent.

L'acidité de l'urine n'est pas toujours due à la présence de l'acide urique. L'urate d'ammoniaque en dissolution, le phosphate acide d'ammoniaque, l'acide lactique de l'urine, etc., rougissent de même le papier bleu.

Phosphates. Le phosphate neutre de soude existe en quantité notable dans l'urine ; il se dissout dans quatre parties d'eau froide ; il a une réaction légèrement alcaline.

Le phosphate de chaux basique (CaO^3) PhO^5) entre pour 80 pour 100 dans la partie non organique des os.

Le phosphate de chaux des os se dissout aisément dans les acides, même les plus faibles, et dans l'eau chargée d'acide carbonique. (*M. Dumas.*)

Bergman trouva du phosphate de chaux dans les calculs; Pearson, Fourcroy, Vauquelin en trouvèrent également. Le docteur Wollaston trouva des calculs entièrement formés de phosphate de chaux.

Les calculs urinaires de phosphate de chaux sont blancs, friables, opaques, non cristallisés, *insolubles dans les alcalis*, solubles sans effervescence dans les acides. Dans les concrétions urinaires, le phosphate de chaux est ordinairement mélangé au phosphate ammoniaco-magnésien ; ces calculs sont crétacés, terreux, très-solubles dans les

acides faibles (acide carbonique), et insolubles dans les alcalis.

L'acide carbonique libre de l'urine peut tenir en dissolution, dans l'urine, du carbonate de chaux et du phosphate basique de chaux. Lorsque l'on chauffe l'urine et que l'acide carbonique se dégage, ces matières se précipitent. Elles peuvent se précipiter dans la vessie, quand il s'engendre de l'ammoniaque, qui sature l'acide carbonique (*Keller*).

Le phosphate de chaux et le phosphate ammoniaco-magnésien existent toujours dans l'urine ; ils y sont dissous à la faveur d'un excès d'acide: celui-ci peut être neutralisé par de l'ammoniaque provenant de la décomposition d'une certaine quantité d'urée, ou même par une certaine quantité d'ammoniaque qui se formerait en même temps que l'urine, et dès lors il y a dépôt de ces deux sels. (*Thenard,* tom. IV, pag. 624.)

Les calculs urinaires constitués par le phosphate de chaux, le phosphate ammoniaco-magnésien et l'oxalate de chaux sont attaqués et désagrégés par les acides.

Certaines dissolutions salines (chlorure de sodium, chlorhydrate d'ammoniaque, iodure, bromure de potassium) peuvent également dissoudre le phosphate de chaux. Un litre d'eau contenant 83 grammes de chlorure de sodium dissout 0^{gr},333 de phosphate calcaire (*Lassaigne*).

Les concrétions salivaires et *hépatiques* sont essentiellement composées de phosphate de chaux et d'une matière animale (*Thomson*, IX, p. 306).

On trouve, dans les *calculs biliaires,* du phosphate et du carbonate de chaux.

Dans les concrétions urinaires, le phosphate ammoniaco-magnésien est ordinairement mélangé au phosphate de

chaux. Ces calculs sont friables, crétacés, insolubles dans les alcalis; solubles dans les acides faibles et l'acide carbonique.

Le calcul *fusible* de Tennant est un composé de phosphate triple de magnésie, d'ammoniaque et de phosphate de chaux. Il ressemble à une masse de craie blanchissant les doigts ; il est plus blanc et plus friable que les autres ; il se fond et se vitrifie au chalumeau ; il éprouve souvent une diminution considérable.

Le calcul fusible est en partie soluble dans l'eau ordinaire, mais beaucoup plus dans l'eau chargée d'acide carbonique, ou dans l'eau contenant une très-petite quantité d'acide chlorhydrique.

D'après le docteur Prout, les calculs composés de phosphate déterminent des souffrances horribles, bien plus cruelles que celles qui sont causées par les autres calculs ; l'ensemble de la constitution en est visiblement altéré : l'urine des personnes affectées de calculs phosphatiques est très-caractérisée ; elle est abondante, légèrement opaque; elle a une couleur pâle analogue à celle du petit-lait.

La pierre étant une maladie très-grave, et l'opération non-seulement douloureuse, mais encore dangereuse, ou du moins hasardeuse, beaucoup d'expériences ont été faites dans le but de découvrir un agent ou *dissolvant* qui pût dissoudre des calculs urinaires.

La dissolution des pierres dans la vessie a été tentée au moyen de médicaments appelés *lithontriptiques*, administrés intérieurement sous forme de boissons ou en injections dans la vessie.

Mais les résultats ont été souvent équivoques ou incer-

tains, à cause du nombre et de la variété des éléments chimiques dont se composent les calculs.

D'un autre côté, le dissolvant dont les propriétés chimiques sont reconnues convenables au dehors pourra-t-il impunément être introduit dans la bouche? Les changements qu'il éprouvera dans son passage à travers l'estomac, le tube digestif, les vaisseaux lymphatiques ne l'empêcheront-ils pas d'arriver convenablement pur ou actif dans la vessie, pour pouvoir agir d'une manière efficace?

Ou bien, dans le cas d'injection dans la vessie, cet organe pourra-t-il en supporter l'application?

Cependant plusieurs de ces compositions, celle de Melle Stephens, le raisin-d'ours, les eaux carbo-gazeuses ont eu une grande vogue et ont produit des résultats utiles *bien constatés.*

La grande difficulté naît de la variété de la composition chimique des calculs.

Ainsi qu'on vient de le voir, la nature et la composition chimique des concrétions urinaires sont complexes et très-variables.

Les uns (acide urique) sont insolubles, ou à peu près, dans l'eau, insolubles dans l'acide chlorhydrique, l'alcool, l'éther, etc., et solubles dans les alcalis, l'eau de chaux, etc.

D'autres (phosphate de chaux) sont insolubles dans les alcalis, et même dans l'acide sulfurique, tandis qu'ils sont très-solubles dans l'acide azotique et chlorhydrique, et *décomposables par l'acide carbonique.*

D'autres (oxalate de chaux) se dissolvent difficilement dans les acides, et sont décomposés par les dissolutions de carbonates alcalins.

Tous les acides, même l'acide carbonique, décomposent

les *urates*, déplacent l'acide urique de ses combinaisons et le précipitent sous forme solide.

Néanmoins un seul et même agent chimique ne peut opérer la dissolution de tous les calculs, et il faut approprier le dissolvant à la nature du calcul.

La méthode thérapeutique, qu'il convient d'employer lorsque le calcul vésical est formé par l'acide urique, n'est nullement applicable aux calculs composés d'urate de soude ou de phosphate de chaux.

C'est ce que l'on ignorait, il y a un siècle, lorsque la composition chimique des concrétions urinaires n'était pas connue, lorsque l'on croyait que toutes les pierres de la vessie étaient de même nature, avant la découverte de l'acide urique faite par Schéele en 1776, avant les travaux de Fourcroy, Vauquelin, Wollaston, Prout, Marcet, etc., qui datent de notre époque.

C'est ce qui explique la vogue équivoque, quoique brillante, de certains remèdes lithontriptiques qui produisaient *quelquefois* d'excellents effets, lorsqu'ils se trouvaient appropriés à la nature du calcul, et qui étaient complétement inertes et insuffisants dans d'autres circonstances.

Tel était le fameux remède de M[elle] Stephens, qui fut acheté en 1776, sur le rapport avantageux d'une commission de vingt-deux membres nommés par le parlement anglais, pour la somme de 5,000 livres sterling.

Lors des expériences qui furent faites par les ordres de l'Académie des sciences, sous la direction de Morand, il a été bien constaté que plusieurs calculeux furent guéris et d'autres considérablement soulagés.

C'est, assurément, beaucoup de savoir que les calculs urinaires n'ont pas tous la même composition chimique ;

que les uns sont solubles dans tel ou tel acide, les autres dans la potasse et les alcalis : mais il ne suffit pas de connaître les agents chimiques capables de dissoudre les calculs urinaires dans une capsule ou dans un matras ; il faut encore faire arriver ces agents jusqu'à la pierre, dans la vessie, sur l'homme vivant ; connaître et choisir ceux que l'on peut employer sans inconvénient et sans danger.

Peut-on boire sans inconvénient, une quantité considérable de tisane d'eau seconde ou de lessive alcaline même assez faible pour pouvoir être avalée ? Le médicament n'éprouvera-t-il pas d'ailleurs, dans son trajet à travers l'estomac, le tube digestif, les vaisseaux lymphatiques, des changements qui l'empêcheront d'arriver convenablement pur ou actif dans la vessie, afin de pouvoir agir sur la pierre ?

Il est loin d'être certain que les agents que l'on introduit par la bouche et l'estomac, pour dissoudre les calculs, arrivent dans la vessie sans être décomposés.

C'est pour obvier à ces inconvénients que l'on a essayé d'introduire directement, d'injecter dans la vessie, par le moyen d'une sonde, les liquides dissolvants.

« Il est reconnu, dit Fourcroy (1), que, s'il y a quelques espérances de dissoudre les calculs de la vessie, ce n'est qu'en introduisant, par l'urètre, dans la vessie même, des dissolvants appropriés qu'on pourra parvenir à les confirmer, et que c'est ainsi que les remèdes de Stephens, de Wyth, de Hartley, de Guthrie, etc., ont eu quelque succès.

« Les essais qu'on pourra tenter ne comporteront plus,

(1) Fourcroy, *Système des conn. chimiq.*, tome X, page 251.

d'ailleurs, les dangers dont on a pu les croire accompagnés, tant qu'on ne proportionnait pas la force des dissolvants à la sensibilité des parois vésicales. On sait que toute autre voie que celle-là, outre les longueurs presque interminables qu'elle entraîne, expose, de plus, à faire porter et user l'énergie des dissolvants sur tous les organes qu'ils doivent parcourir avant de rencontrer la pierre, et conséquemment à agir sur ces organes eux-mêmes sans remplir le but désiré dans la vessie. On ne marchera plus, d'ailleurs, en aveugle dans le choix des dissolvants de calculs, depuis qu'on en connaît avec précision la nature chimique et les différences spécifiques.

« Mais ces organes, déjà enflammés par la présence du calcul, sont tellement irritables, que l'action des liquides que l'on a employés pour dissoudre la pierre (les lessives alcalines, les eaux acidulées par l'acide nitrique ou chlorhydrique) produit de très-vives souffrances et peut avoir les effets les plus dangereux sur la vessie elle-même.

« J'ai observé, ajoute Fourcroy, que l'injection acidule muriatique, quoique faible comme une limonade, était toujours plus sensible à la vessie que celle de l'alcali, et qu'elle y excitait un besoin d'uriner et une irritation, un serrement et des spasmes qui ne permettaient pas de l'y laisser séjourner aussi longtemps. Heureusement que cet acide, réduit même à une extrême faiblesse, dissout facilement les phosphates calculeux, et qu'il n'est pas nécessaire qu'il reste aussi longtemps dans la vessie que l'alcali, dont l'action sur l'acide urique est plus lente et plus difficile. »

Les expériences entreprises par *Ch. Petit*, puis par M. *A. Chevallier*, sur la dissolution des calculs dans l'eau minérale de Vichy, démontrent d'une manière non

douteuse l'action dissolvante de cette eau sur *la plupart* des pierres qui se forment dans la vessie (1).

Résultats de l'immersion de calculs urinaires dans la source minérale de Vichy (grande grille).

Un calcul de phosphate ammoniaco-magnésien, de couleur grise, mêlé de mucus vésical, a perdu 45.25 pour 100 de son poids, pendant une immersion de trente jours.

Un calcul de phosphate ammoniaco-magnésien, très-blanc, avec des traces d'acide urique, a perdu 59 à 07 pour 100 de son poids en dix-huit jours.

Un calcul de phosphate ammoniaco-magnésien, d'un blanc grisâtre, a perdu 71.73 pour 100 de son poids en vingt jours.

Un calcul de phosphate ammoniaco-magnésien, très-blanc et très-bien cristallisé, a perdu 67.65 pour 100 de son poids en quarante-trois jours d'immersion.

Un calcul de phosphate ammoniaco-magnésien, très-dur, rayant le verre, contenant une très-grande quantité de silice, d'alumine, d'oxyde de fer et de manganèse, a perdu 53.94 pour 100 de son poids en dix-huit jours.

Un calcul, gris cendré, d'urate d'ammoniaque, avec des traces de phosphate et d'oxalate de chaux, a perdu 60.65 pour 100 de son poids en dix-huit jours.

Un calcul, gris cendré, d'urate d'ammoniaque, avec des traces de phosphate et d'oxalate de chaux, a perdu 60.65 pour 100 de son poids en dix-huit jours. (*Ch. Petit*, pag. 200.)

Il résulte des expériences de Ch. Petit que plusieurs

(1) Petit, *Vichy*, page 231.

calculs urinaires, immergés pendant vingt-sept jours, terme moyen, dans le puits de Vichy, ont perdu, savoir : ceux composés en majeure partie d'acide urique, 53 pour 100 de leur poids, et que les calculs de phosphate ammoniaco-magnésien, tenus immergés pendant vingt-trois jours, terme moyen, ont perdu 60 pour 100 de leur poids.

D'où il suit que les calculs composés de phosphate ammoniaco-magnésien seraient un peu plus faciles à détruire que ceux d'acide urique.

Ces expériences, de même que beaucoup d'autres, établissent d'une manière incontestable qu'il est possible de dissoudre, *hors de la vessie*, certains calculs à l'aide de dissolvants appropriés. Mais cela ne suffit pas. Il faut que ces agents puissent attaquer la *pierre dans l'intérieur même de la vessie*, sans inconvénients et souffrances graves pour les malades. Cela est-il possible ? C'est ce que nous allons examiner.

Première question. — Est-il constant que, dans plusieurs cas, certaines eaux minérales carbo-gazeuses ont modifié heureusement la diathèse calculeuse ou graveleuse, et favorisé la désagrégation et l'évacuation des concrétions urinaires?

Réponse. — Le fait ne saurait être révoqué en doute; nous en rapportons ici de nombreux exemples.

Plusieurs sources minérales bicarbonatées et contenant de l'acide carbonique libre, telles que celles de Vichy, Contrexeville, Carlsbad, Selters, etc., sont prescrites et employées tous les jours contre la gravelle, et même contre les calculs urinaires.

Seconde question. — Est-ce aux principes minéralisateurs fixes, aux alcalis en particulier, ou bien à l'acide carbonique, que l'on doit attribuer ces effets?

Réponse. — C'est à l'acide carbonique évidemment, pour certains calculs, tels que les calculs phosphatiques, qui sont *inattaquables* par les alcalis.

C'est aussi quelquefois à la réunion de l'alcali et de l'acide carbonique, à l'état de bicarbonate, que doit être attribué l'effet dissolvant ou lithontriptique des eaux minérales contre certains calculs dont la composition est complexe.

Et d'abord, il existe de nombreux exemples qui prouvent que les calculs peuvent quelquefois se dissoudre ou se désagréger naturellement dans la vessie, probablement par l'effet de quelques changements survenus dans la composition de l'urine.

M. Jules Cloquet, qui s'est beaucoup occupé de la dissolution des calculs, a vu un assez grand nombre de faits qui démontrent parfaitement la possibilité de ces dissolutions spontanées. Il possède, dans sa collection, des calculs de différentes espèces qui ont été extraits de la vessie dans un état de dissolution plus ou moins avancée.

Ces calculs ayant été sciés, rien n'est plus facile que de se convaincre que les altérations qu'ils présentent sont dues à une véritable dissolution; car, si ces calculs s'étaient formés tels qu'on les voit maintenant, leurs différentes couches, qu'il est très-facile de distinguer, suivraient sans interruption toutes les sinuosités, toutes les excavations dont j'ai parlé, tandis qu'au contraire elles présentent autant de solutions de continuité qu'il y a d'excavations. Il est évident que ces calculs ont été ronds ou à peu près, et que les couches que l'on voit se terminer sur les bords des enfoncements étaient entières et parfaitement concentriques, comme on le remarque dans tous

les calculs qui n'ont pas éprouvé de perte de substance. (*Ch. Petit*, Vichy, pag. 188-89.)

Mascagni a fait usage, pour lui-même, de l'eau minérale carbo-gazeuse de Selters, et il en a obtenu d'excellents résultats.

« Depuis quelques années, dit-il, j'étais sujet à des douleurs dans la région des lombes, et je rendais de temps en temps des graviers d'un jaune d'ocre ou de couleur de brique. Sachant qu'on avait fait usage, en pareil cas, d'eau gazeuse (eau de Selters, *aqua alcalina mofetica*), j'en pris plusieurs fois, et je m'en trouvai bien (1). »

Loizon, de Toulouse, cité par Fourcroy, a rapporté deux cas de guérisons obtenues par l'eau de Seltz et constatées par le cathétérisme.

Nathanaël Hulme, médecin du collége de médecine de Londres, rapporte (2) ainsi l'observation d'un vieillard de soixante-treize ans, atteint de la pierre, qu'il a guéri par l'usage intérieur d'une boisson gazeuse préparée avec le sous-carbonate de potasse et quelques gouttes d'acide sulfurique.

« M'étant rappelé, dit Hulme, la faculté dont jouit l'air fixe (acide carbonique) de dissoudre la pierre, je me déterminai à éprouver ce que produirait, dans le corps humain, un remède imprégné de cet air fixe; pour cet effet, j'ordonnai au malade de prendre quatre fois par jour quinze grains de sel alcali fixe de tartre (sous-carbonate de potasse) dissous dans trois onces d'eau ordinaire addi-

(1) Mascagni, *Mémoires de la Société italienne*, 1804.

(2) *Journal de Physique*, de l'abbé Rozier, juillet 1777; Sigaud de Lafond, *ibid.*, page 81.

tionnée de quelques gouttes d'acide sulfurique faible.

« Peu de jours après, je fus agréablement surpris d'apercevoir dans l'urine du malade plusieurs fragments de calculs et une substance muqueuse blanchâtre, semblable à une eau saturée de craie. De jour en jour, le malade rendait une plus grande quantité de pierres et de matière crétacée. Ce malade rendit ainsi, pendant l'espace d'un mois, une quantité considérable de fragments pierreux de toute grandeur (au nombre de 180). Les uns n'avaient que l'épaisseur d'une lame très-mince, d'autres avaient un volume plus considérable; ce qu'ils avaient de commun était un côté convexe et lisse, et le côté opposé concave et raboteux; d'où il est facile de conclure qu'ils étaient les débris d'une grosse pierre. Après un mois de traitement, le malade était radicalement guéri. »

« L'expérience des quinze dernières années a démontré la grande efficacité de la source Élisabeth à Creuznach (1) (qui contient une assez grande quantité de gaz carbonique libre) contre la gravelle et la pierre; de telle sorte que cette source doit occuper le premier rang parmi les remèdes les plus efficaces contre ces maladies.

« L'usage intérieur et extérieur de l'eau de la source Élisabeth détermine la *désagrégation* et la dissolution des calculs dans la vessie, et leur expulsion facile, sans inconvénients, par les voies urinaires.

« Dans plusieurs cas où les eaux de Carlsbad et de Vichy ont été impuissantes pour combattre la prédisposition à la gravelle ou à la pierre, l'usage longtemps continué des eaux et des bains de la source Élisabeth a produit les résultats les plus satisfaisants. »

(1) M. Prieger, *Creuznach*.

« Dans la gravelle, dit le docteur Grandidier, ou bien lorsqu'il existe des calculs rénaux ou vésicaux, les eaux de Nenndorf provoquent, pendant et même après leur administration, non-seulement la cessation des douleurs, mais aussi l'expulsion des concrétions. » (*M. Grandidier*, Nenndorf, p. 110.)

Il résulte des expériences de Ch. Petit :

« 1° Que l'eau minérale naturelle de Vichy, ainsi probablement que toutes les eaux alcalines gazeuses, agit d'une manière non douteuse sur les calculs des voies urinaires ;

« 2° Que les effets de l'eau minérale sur ces calculs consistent non-seulement dans la dissolution sensible de plusieurs principes de ces concrétions, mais encore dans la désagrégation de leurs ingrédients ; d'où résultent, d'une part, la diminution de volume de ces calculs, diminution qui peut amener leur expulsion naturelle hors de la vessie par les urines; de l'autre, leur division, naturelle aussi, qui conduit aux mêmes résultats; ou enfin leur plus grande friabilité, qui favorise singulièrement les efforts mécaniques de la lithotritie pour les réduire en poudre ;

« 3° Que les calculs mis directement en contact avec de l'eau de Vichy, et les fragments rendus naturellement par des calculeux soumis à une certaine médication par cette eau minérale, offrent des traces évidentes de l'action dissolvante ou désagrégeante de ce liquide, soit dans leur diminution en poids, soit dans les nouvelles formes qu'ils présentent (1). »

On a dû renoncer à l'emploi en boisson et en injections des eaux acidulées avec l'acide nitrique ou chlorhydrique,

(1) Ch. Petit, *Vichy*, page 238.

parce qu'elles fatiguent l'estomac et qu'elles sont décomposées avant d'arriver dans la vessie, et, en outre, parce que ces liquides irritent la vessie et qu'ils y déterminent de vives souffrances.

Mais en serait-il de même avec l'acide carbonique? Non, assurément non.

C'est ce point important que nous devons examiner maintenant avec attention.

L'acide carbonique « a été proposé, vanté et oublié. » (*Dict. des sciences médicales*, art. *Lithontriptiques.*)

Nous croyons, nous, que, si l'acide carbonique a été vanté, c'est qu'il a produit nécessairement de bons effets. Il a été oublié, parce qu'on ne l'a pas employé convenablement et à propos. Il reparaîtra, nous l'espérons, pour le bonheur et le soulagement de l'humanité, lorsque l'on en aura mieux étudié les propriétés lithontriptiques, et déterminé les circonstances particulières dans lesquelles cet agent peut être appliqué utilement.

Nous verrons bientôt que l'acide carbonique est l'un des meilleurs agents lithontriptiques dont on puisse faire usage pour dissoudre et désagréger les concrétions urinaires formées par les phosphates et les carbonates de chaux, de magnésie, etc., et même celles qui sont formées par l'urate d'ammoniaque.

Afin d'apprécier la valeur de l'acide carbonique comme lithontriptique, rappelons en quelques mots les diverses propriétés de l'acide carbonique qui peuvent être applicables au cas dont il s'agit.

1° L'acide carbonique, par ses propriétés analgésiques, apaise et engourdit les douleurs de la vessie, même dans la cystite subaiguë. (Voyez page 232 et suivantes.)

2° Il dissout les carbonates de chaux et de magnésie, il

les rend solubles en les faisant passer à l'état de bicarbonates. (Voyez pages 8, 12, etc.)

3° L'acide carbonique attaque les phosphates de chaux, de magnésie, d'ammoniaque, qui constituent la plus grande partie des concrétions urinaires. (Voyez page 12.)

4° L'acide carbonique se substitue souvent sans inconvénient, dans l'économie animale, à l'acide phosphorique. (Voyez page 89.)

5° L'acide carbonique déplace l'acide urique de ses combinaisons avec l'ammoniaque; l'urate est décomposé immédiatement, et l'acide urique est précipité sous forme solide, à cause de son peu de solubilité; d'où il suit que l'acide carbonique agit puissamment sur les calculs formés par des urates, page 341.

6° L'acide carbonique peut être administré tout à la fois à l'intérieur sous forme de boisson gazeuse et en injections et irrigations dans la vessie, sans présenter aucun danger, sans occasionner de douleurs.

7° Si l'acide carbonique est sans action sur l'oxalate de chaux qui compose certains calculs muraux, comme l'oxalate s'y trouve ordinairement mélangé avec des phosphates terreux, ceux-ci étant attaqués par l'acide carbonique, il devra s'ensuivre la désagrégation du calcul.

8° Les boissons carbo-gazeuses n'irritent pas l'estomac; elles sont agréables à boire; on peut les ingérer en quantité suffisamment considérable.

L'acide carbonique, ingéré sous la forme d'eau gazeuse, peut donc arriver jusque dans la vessie; il peut y exister ou à l'état libre, ou en dissolution dans l'urine, ou enfin à l'état de bicarbonate facilement décomposable.

En injection dans la vessie, nous avons vu que le gaz carbonique, par ses propriétés analgésiques, apaise et

engourdit les douleurs vives de cet organe, même dans le cas de cystite sub-aiguë.

Prout, Darcet admettent la présence de l'acide carbonique libre dans l'urine humaine; Brande l'a démontré.

On peut s'en assurer, d'ailleurs, en plaçant, sous le récipient de la machine pneumatique, de l'urine fraîche, au dessus d'un vase contenant de l'eau de chaux qui ne tarde pas à se troubler.

Les calculs dans l'intérieur de la vessie ont été, dans plusieurs cas, traités avec succès au moyen de l'eau imprégnée artificiellement de gaz acide carbonique, prise en boisson.

Un cas dans lequel ce remède a été employé avec succès est cité par Harrison (1). Ce remède fut donné deux fois par jour, et, après que le malade l'eut pris pendant sept ou huit semaines, il fut soudainement rétabli par une abondante émission d'urine qui dura pendant huit jours, contenant en dissolution une matière crétacée, très-fixe, pierreuse, sans éprouver, d'ailleurs, aucune souffrance ni aucune incommodité, si ce n'est que l'urine s'écoulait involontairement et en grande quantité pendant la nuit comme pendant le jour. Après ce temps, tous les symptômes de la pierre disparurent; le malade fut complétement guéri (2).

Brande rapporte aussi avoir administré de l'eau imprégnée d'acide carbonique à un malade sujet à évacuer, avec son urine, un sable blanc, composé de phosphate de chaux et de magnésie, et avoir observé que le dépôt cessait d'avoir lieu tant qu'on faisait usage de cette eau aci-

(1) *Mem. of the medic. Society of London.*
(2) *Edinburg medical Dictionary*, art. *Lithontriptica.*

dulée, et qu'il commençait à reparaître dès qu'on l'abandonnait.

Le docteur *Falconer* (1) ayant mis plusieurs fragments de calcul humain, les uns dans de l'eau simple distillée, les autres dans de l'eau gazeuse qu'il renouvelait de temps en temps, remarqua que ces derniers s'amollissaient, diminuaient de poids, et qu'ils étaient beaucoup plus altérés à leur surface que ceux qui étaient dans l'eau distillée. Il y en eut même, dit-il, parmi les premiers, plusieurs qui étaient devenus si friables, et qui avaient perdu tellement de leur consistance, qu'ils se réduisaient en poudre en les touchant très-légèrement pour les changer d'eau et les peser; ce qui n'arriva point à ceux qui étaient plongés dans l'eau simple et dont le noyau conserva constamment toute sa dureté.

Un petit calcul, conservé pendant neuf jours dans de l'eau gazeuse à la température de + 24° C, perdit les deux tiers de son poids dans cet intervalle de temps, et tomba en poudre lorsqu'on voulut le toucher. (*Ibid.*)

« On emploie l'eau acido-carbonique, dit Orfila, pour prévenir la formation du gravier et pour favoriser la dissolution de celui qui est déja formé; nous l'avons vu souvent calmer des douleurs néphrétiques calculeuses très-aiguës. »

« Toutes les eaux chargées d'acide carbonique libre, dit M. Durand-Fardel, peuvent être employées utilement dans le traitement de la *gravelle;* elles y sont fort conseillées du moins. Leur efficacité est attribuée à l'action *diurétique* de l'acide carbonique. » (*M. Durand-Fardel,*— Eaux minérales, p. 621.)

(1) Sigaud de Lafond, page 85.

Mais ce n'est point seulement par son action diurétique que le gaz carbonique est utile; il faut se rappeler que l'acide carbonique, de même que les autres acides, décompose les urates, déplace l'acide urique de ses combinaisons et le précipite sous forme solide. (Voyez page 13.)

« On a remarqué que les gens employés dans les grandes brasseries étaient très-rarement affectés de la pierre et de la gravelle.

« On attribue cet effet au houblon qui entre dans la composition de la bière, dont les propriétés diurétiques ont été très-exaltées.

« Ils éprouvent souvent des douleurs de tête, des vertiges, des anxiétés. » (*Patissier*, Mss.)

Nous avons rapporté plus haut (page 349) les expériences faites par Ch. Petit et M. A. Chevallier, au sujet de l'action dissolvante des eaux de Vichy sur des calculs immergés dans ce liquide.

Un os compacte, ayant été pendant longtemps exposé par Darcet à l'action du bicarbonate de soude dissous dans de l'eau distillée, a été complétement désagrégé.

Or, comme le ***phosphate de chaux n'est point attaquable par la soude, il faut nécessairement que ce soit l'acide carbonique du bicarbonate qui l'ait attaqué.***

Les éléments minéralisateurs essentiels de l'eau de Vichy sont la soude et l'acide carbonique. Auxquels de ces deux agents faut-il attribuer les résultats obtenus? Est-ce à la soude? Non, car les calculs de phosphate de chaux et de phosphate ammoniaco-magnésien ne sont pas solubles dans la potasse et les alcalis (*M. Pelouze*), tandis qu'ils sont attaquables par l'acide carbonique; il devient évident qu'ils ont été attaqués par cet acide.

C'est donc l'acide carbonique, et non l'alcali de la source

de Vichy, qui est le véritable agent de la dissolution des calculs phosphatiques.

« Combien ne doit-on pas regretter, dit Ch. Petit, p. 191, que, étant dans une aussi bonne voie d'observation, les médecins qui s'occupaient alors avec tant de zèle de la recherche des remèdes propres à dissoudre les calculs urinaires n'aient pas attaché plus d'importance aux heureuses modifications que les *alcalis* subissent par leur *combinaison avec l'acide carbonique*, à l'innocuité qu'ils acquièrent sans rien perdre de leur propriété dissolvante, lorsqu'ils *en sont parfaitement saturés*, et, par conséquent, à l'avantage que l'on a de pouvoir alors les employer à des doses beaucoup plus élevées. Il est probable que, si cette *influence de l'acide carbonique* sur les *alcalis* avait été mieux appréciée, il y a longtemps que la possibilité de guérir la pierre sans opération ne serait plus pour personne une question douteuse. » (*Ch. Petit*, p. 191.)

Les alcalis purs ou *faiblement carbonatés* sont très-irritants et même dangereux ; ils ne peuvent être administrés avec fruit qu'à des doses élevées, pour pouvoir être supportés par les malades.

Aussi Ch. Petit recommande-t-il les alcalis à l'état de *bi*carbonates, administrés dans une eau *saturée de gaz acide carbonique* (p. 191).

N'avons-nous pas lieu, à notre tour, d'être étonné qu'un observateur aussi judicieux que l'était Ch. Petit, après avoir dit qu'il est *nécessaire* que l'alcali soit *bi*carbonaté, c'est-à-dire sursaturé d'acide carbonique, pour agir contre les calculs, ne se soit pas aperçu lui-même que c'est à l'acide carbonique, bien plus qu'à la soude, que les eaux de Vichy doivent la propriété de dissoudre les calculs de phosphates ammoniaco-magnésiens?

Au surplus, nous devons noter que tous les hommes dont plusieurs ont un grand mérite, qui ont écrit sur les eaux minérales carbo-gazeuses bicarbonatées de Vichy, Ems, Carlsbad, etc., n'y ont jamais vu que l'*alcali*, et qu'ils ont toujours laissé de côté l'autre élément non moins important, plus important peut-être dans certains cas : l'acide carbonique.

Toutefois il ressort des expériences que nous avons citées, un autre fait de la plus haute importance, c'est que les eaux minérales de Vichy, que l'on a supposées jusqu'à présent agir sur la gravelle et l'acide urique par la soude qu'elles contiennent, agissent également par leur acide carbonique sur le phosphate ammoniaco-magnésien, le phosphate de chaux, qui constituent les calculs urinaires, de telle sorte que les eaux minérales alcalines carbo-gazeuses (Vichy, Ems, Saint-Nectaire, Carlsbad, Royat, Pougues) seraient éminemment propres à favoriser la dissolution des calculs dans lesquels l'acide urique, l'urate d'ammoniaque, le phosphate ammoniaco-magnésien sont mélangés ensemble, comme cela arrive dans la plupart des cas.

Savoir :

Ceux d'acide urique par l'alcali, et les phosphates terreux par l'acide carbonique.

On a dit que les calculs phosphatiques eux-mêmes, qui sont insolubles dans les alcalis, peuvent être détruits par ces mêmes alcalis, par suite de l'action qu'ils exercent sur la matière animale, qui sert de lien aux concrétions urinaires, d'où résultent leur désagrégation et ensuite leur expulsion de la vessie sous forme de débris.

Ch. Petit cite, à l'appui de cette opinion, l'observation d'un malade admis à l'Hôtel-Dieu, dans le service de

Breschet, en 1829. Ce malade avait un calcul dont la présence fut constatée par le cathétérisme.

Soumis à l'action des boissons gazeuses alcalines, ce malade rendit des fragments de concrétions formées de phosphate calcaire.

« Les boissons avaient agi, dit-il, non sur les sels calcaires, *qui sont insolubles dans les alcalis* (1), mais sur la matière animale qui leur sert de lien. »

N'est-il pas beaucoup plus probable que c'est par l'acide carbonique que les éléments terreux dont se composait le calcul ont été attaqués et désagrégés?

« Il est hors de doute, dit d'Arcet (2), qu'on peut alcaliser l'urine dans la vessie, pourvu qu'on fasse usage, pour produire cet effet, de *bicarbonates* alcalins, et qu'on en aide l'action dissolvante par des boissons *chargées d'acide carbonique*... Je crois qu'il est permis d'espérer plus de succès du traitement par les alcalis, maintenant que l'influence de l'acide carbonique est mieux appréciée, et que l'innocuité des bicarbonates est démontrée (3).

« Ce que l'on observe dans les établissements d'eaux minérales alcalines gazeuses, ainsi que de l'emploi du soda-water, indique la possibilité d'obtenir de grands succès, en examinant de nouveau, avec plus d'exactitude et de hardiesse qu'on ne l'a fait jusqu'ici, le traitement du calcul, de la gravelle et de la goutte par le moyen des dissolvants chimiques. »

En résumé, les propriétés analgésiques que possède

(1) Page 312.

(2) *Annales de chimie et de physique*, 1826.

(3) D'Arcet, de même que Ch. Petit, n'a vu que l'alcali et a laissé de côté l'acide carbonique!

l'acide carbonique, de calmer les douleurs de la vessie; la facilité que l'on a de l'administrer en boisson, et, localement, en injections et en irrigations; les propriétés qu'il possède d'attaquer les phosphates ammoniaco-magnésiens, etc., de rendre solubles les carbonates de chaux, de décomposer l'urate d'ammoniaque et d'en précipiter l'acide urique (qui sont les éléments principaux des calculs); tous ces faits n'autorisent-ils pas à penser que l'acide carbonique, convenablement employé, serait l'agent le plus convenable pour opérer la dissolution ou la désagrégation des calculs urinaires, spécialement des calculs de phosphates ammoniaco-magnésiens, d'urate d'ammoniaque ?

Nous soumettons ces réflexions à l'attention et à l'observation de ceux de nos confrères qui sont en position d'entreprendre des essais et des recherches de ce genre, d'expérimenter un moyen qui n'est ni difficile, ni douloureux, ni dispendieux, et qui ne présente aucune sorte de crainte ou de danger sérieux.

Il ne faut pas s'étonner, et encore moins tirer des conséquences négatives ou défavorables de ce que les tentatives que l'on a faites anciennement, soit avec les lessives alcalines, soit avec l'acide carbonique, pour dissoudre les calculs urinaires dans l'intérieur de la vessie, n'aient pas répondu aux espérances que l'on en avait conçues.

Il y a un siècle, on ne connoissait pas la composition chimique complexe des calculs urinaires; on croyait qu'ils étaient tous de même nature.

A l'époque, déjà éloignée de nous, où Dobson, Percival, Falconer, Achard ont écrit des mémoires et des dissertations sur l'acide carbonique comme agent lithontriptique (1),

(1) Fourcroy, *Systèm.*, tom. X, pag. 208.

la préparation de l'acide carbonique était une opération de laboratoire de chimie assez complexe, qui ne s'exécutait que très-imparfaitement, sur de petites quantités, dans des flacons de verre à tubulures ; on recueillait le gaz dans des cloches, dans des vessies, etc.

D'un autre côté, l'emploi médico-chirurgical du gaz carbonique était hérissé d'une foule d'inconvénients et de difficultés.

Nos prédécesseurs ne connaissaient pas le caoutchouc, cette matière flexible, élastique, résistante, susceptible de prendre les formes les plus variées, et si utile et si précieuse pour les appareils médicaux.

On fait, avec le caoutchouc, des ballons, des vases, des manchons, des tubes, des réservoirs et des appareils de toutes formes et toutes dimensions.

Aujourd'hui la préparation du gaz carbonique et celle des eaux gazeuses sont devenues une opération industrielle ; on en fabrique partout, dans toutes les villes, en grande quantité et à très-bon marché. On le prépare même pour l'usage de nos tables et dans un grand nombre de ménages au moyen des appareils gazogènes.

On condense, on fait dissoudre dans l'eau quatre, cinq et six fois son volume de gaz carbonique, etc., on l'emprisonne dans des flacons ou siphons de verre, on en règle à volonté l'écoulement par la pression.

Mais, outre que les agents (acides sulfurique, chlorhydrique, etc., lessives alcalines) essayés autrefois irritent et enflamment les organes, ces tentatives de nos prédécesseurs, qui ne connaissaient pas la composition chimique des concrétions urinaires, ont-elles été faites dans les circonstances et les conditions convenables ?

S'est-on même bien rendu compte du temps qui est nécessaire pour faire une semblable opération ?

Supposons un calcul vésical du poids de 20 grammes (il y en a beaucoup qui pèsent 100 et 500 grammes et davantage). En injectant tous les jours dans la vessie, en plusieurs douches, 2 litres d'eau pure chargée de gaz, on ne peut guère espérer enlever au calcul plus de 10 centigrammes de son poids par jour; il faudrait donc dix jours pour enlever un gramme au calcul et, par conséquent, deux cents jours pour le dissoudre entièrement.

A-t-on fait les expériences de cette manière et dans les conditions convenables? les a-t-on continuées pendant tout le temps nécessaire? Nous ne le pensons pas.

Dans les expériences faites avec l'eau de Vichy, et que nous avons rapportées plus haut, dix calculs pesant ensemble 215gr.,05 ont perdu 122gr.,10 en vingt-sept jours *entiers* d'immersion; ce serait, pour un calcul pesant 50 grammes, une diminution de poids d'environ 12 grammes par mois.

Mais il ne faudrait pas toujours compter sur des résultats aussi avantageux.

Cent jours, un an, c'est bien long assurément; mais qui nous dit que la formation de ce calcul, pesant 20 grammes, n'a pas duré davantage, plus d'une année peut-être?

Et, après tout, l'injection quotidienne, continuée pendant plusieurs mois, d'un ou de deux siphons d'eau de Seltz dans la vessie, faite par le malade lui-même; les minces inconvénients d'un traitement un peu long, il est vrai, mais qui cependant ne présente aucune espèce de difficulté ; qui, loin d'occasionner des douleurs, les diminue; qui n'offre aucun danger sérieux, peuvent-ils entrer en

comparaison avec les nombreuses chances d'insuccès que présentent les opérations toujours graves et douloureuses de la taille ou même de la lithotritie?

Nous appelons sérieusement sur ce point l'attention des médecins-chimistes et celle des malades eux-mêmes.

En résumé, nous croyons fermement que l'acide carbonique, soit gazeux, soit en dissolution dans l'eau pure, et ses combinaisons bi*carbonatées* alcalines en boisson, en injections et irrigations vésicales, doivent être considérés comme un lithontriptique très-utile et très-précieux pour dissoudre dans l'intérieur de la vessie les calculs et concrétions urinaires qui sont formés par le phosphate ammoniaco-magnésien, par le phosphate et les carbonates de chaux et par l'urate d'ammoniaque;

Que le même agent doit être employé avec avantage comme moyen prophylactique pour prévenir la formation des calculs urinaires et modifier la diathèse calculeuse.

Comme application thérapeutique de l'acide carbonique à l'effet de dissoudre les sédiments urinaires, phosphatiques, voici les règles principales que nous croyons bonnes à suivre :

L'administration de l'acide carbonique se fera tout à la fois sous la forme 1° de boisson, 2° de bain, 3° d'injection ou d'irrigations vésicales.

1° Pour boisson, le malade prendra tous les jonrs 2 à 3 litres d'eau carbo-gazeuse, contenant seulement une fois son volume de gaz carbonique en dissolution.

L'eau dans laquelle on fera dissoudre le gaz devra être *pure*, c'est-à-dire de l'eau de pluie, ou une eau minérale légère, contenant peu ou point de sels terreux, telle que celles de Plombières, Néris, Gastein, Ragatz.

On pourra, si on le juge convenable, ajouter à cette eau gazeuse, pour la rendre sapide, un gramme de chlorure de sodium et un demi-gramme à un gramme de bicarbonate de soude.

On la boira froide ou à + 15 ou 20 degrés centigrades.

Si l'on emploie de l'eau thermale naturelle, on la boira à la température normale.

On devra donner la préférence aux eaux thermales légères, contenant peu de principes minéralisateurs, mais un peu d'acide carbonique libre.

2° Le bain devra être pris de deux jours l'un et prolongé pendant une à deux heures.

L'acide carbonique peut être administré en irrigations et en injections dans la vessie, soit à l'état de gaz, soit dissous dans de l'eau *pure*. Cette dernière forme est plus commode.

On peut renfermer le gaz dans une vessie ou un ballon en caoutchouc ou un gazomètre, munis d'un ajustage à robinet et d'un tube flexible qui s'adapte exactement à l'ouverture de la sonde introduite dans la vessie.

Un autre moyen, plus simple, serait d'adapter au bec du vase siphoïde ordinaire contenant l'eau gazeuse un tube flexible en caoutchouc, d'environ 50 centimètres de longueur et de 1 centimètre de diamètre, et communiquant, par son extrémité, libre avec la sonde.

En renversant ou retournant le vase de manière que le fond soit en dessus, le gaz seul s'échappera du siphon lorsque l'on ouvrira la soupape ou le robinet.

Il faut ouvrir légèrement et très-peu le robinet pour donner issue au gaz.

On introduira de cette manière un quart ou un demi-

litre environ de gaz dans la vessie. (Voyez, à la 4e partie, la description des appareils.)

On retirera la sonde et l'appareil ; le malade fera ensuite un peu d'exercice.

On répétera cette opération quatre à six fois tous les jours, le soir surtout avant de se coucher.

Pour les *injections* d'eau carbo-gazeuse dans la vessie, on suivra exactement le même procédé ; seulement ici le vase siphoïde contenant l'eau gazeuse sera placé dans sa position ordinaire, le fond en dessous.

On laissera écouler environ un quart de litre d'eau gazeuse, et même moins, si l'eau est fortement imprégnée de gaz. On répétera cette opération plusieurs fois par jour.

Le malade peut garder sans inconvénient la sonde en gomme élastique, en ayant le soin de la boucher.

Le malade connaîtra bientôt les quantités d'eau gazeuse qu'il peut supporter. Il devra apprendre à se sonder lui-même, il pourra, facilement aussi, pratiquer seul ces injections ; c'est un moyen d'éviter les douleurs et l'assujettissement.

Avant de faire une injection, il convient de vider la vessie, et, après l'opération il faut, autant que possible, garder, pendant quelque temps, une partie de l'eau gazeuse qui aura été injectée.

Quant aux *irrigations* vésicales, ce moyen, qui nous paraît d'une haute utilité, doit être mis en usage concurremment et simultanément avec la boisson et les injections.

Voici comment devront être pratiquées ces irrigations :

Le malade est plongé dans son bain et a dans la vessie

une algalie ou sonde à double courant, c'est-à-dire divisée en deux conduits par une cloison médiane. L'un des canaux est afférent, l'autre est efférent.

Cette sonde doit communiquer, du côté *afférent*, avec un petit tube en caoutchouc d'environ 50 à 60 centimètres de longueur, terminé supérieurement par un entonnoir qui flotte à la surface de l'eau de la baignoire, ou un peu au dessus ; le malade puise l'eau du bain avec un vase et la verse avec précaution dans l'entonnoir ; celui-ci étant plus élevé que la vessie et le niveau de l'eau de la baignoire, il s'établira un courant continu et très-doux qui lavera l'intérieur de la vessie et entraînera les sédiments qui pourraient s'y trouver par les côtés ouverts et libres de la sonde.

Au lieu de verser l'eau dans l'entonnoir au moyen d'un vase, on peut laisser couler dans cet entonnoir un léger filet d'eau, des robinets qui apportent l'eau à la baignoire.

L'irrigation ne doit se faire qu'à une pression assez faible (10 à 20 centimètres), suffisante toutefois pour déterminer, par la différence des niveaux, un courant continu, mais avec une très-faible vitesse d'écoulement de l'eau à la sortie de la sonde.

M. J. Cloquet a déterminé, par des expériences précises :

1° Que les calculs sont plus ou moins solubles dans l'eau distillée à 32° ;

2° Que l'on peut, sans inconvénient, faire passer dans la vessie un courant d'eau, à cette température, en se servant d'une algalie double. Il a fait parvenir de la sorte, en un mois ou six semaines, dans la vessie de plusieurs malades et sans inconvénient, 1,000, 1,500 à 2,000 litres d'eau (*Dict. de médecine*).

Bien que l'acide carbonique, administré avec les précautions et à la dose que nous avons indiquées, ne présente point de dangers, il faut nécessairement surveiller les effets qu'il peut produire, surtout ceux qui résulteraient de l'absorption du gaz; éviter les réactions générales qui en seraient la suite, en modérant l'action, en atténuant les quantités de gaz mises en contact avec l'économie.

Nous terminons en rappelant les conseils que donnait Fourcroy au sujet des injections alcalines ou acides de la vessie.

« Les liqueurs destinées à servir de dissolvants des calculs de diverses natures doivent être injectées chaudes à la température de 25 à 30° environ dans la vessie. Une sonde de gomme élastique et une seringue d'étain sont le seul appareil nécessaire à cette opération. Comme les injections multipliées d'abord trois ou quatre fois par jour, ensuite six à huit fois, et séjournant chacune depuis un quart d'heure jusqu'à une heure au moins dans la vessie, doivent être longtemps continuées et exiger, conséquemment, un espace de plusieurs mois pour fondre et dissoudre les calculs, il est nécessaire que les calculeux gardent la sonde et s'habituent surtout à s'injecter eux-mêmes. Ils éviteront ainsi le tourment répété que cause l'introduction de la sonde, surtout dans un organe irrité par la présence d'un corps étranger, et beaucoup plus sensible qu'il ne l'est dans l'état naturel. Ils se familiariseront bientôt avec un procédé qui n'a rien de difficile ni de douloureux quand on l'exécute sur soi-même. Après chaque injection, il est prudent de passer de l'eau pure et tiède dans la vessie. Tout homme qui réfléchit peut aisément concevoir qu'un calcul dont la formation n'a lieu que dans quelques années, et quelquefois même dans beaucoup d'années, ne

peut être dissous ou fondu que par des injections longtemps continuées ; que l'espoir d'éviter une opération si terrible par ses douleurs et ses dangers doit donner la patience nécessaire pour supporter la durée d'un pareil traitement, et qu'on n'obtiendra des succès que par une grande persévérance. » (*Fourcroy*, Connaiss. chimiques, t. X, p. 259.)

Il est de la plus haute importance, pour les personnes qui ont été délivrées d'un calcul par l'opération ou qui sont d'une famille où la pierre est fréquente, pour ceux enfin qui rendent du sable avec l'urine, d'avoir recours soit aux boissons gazeuses pures ou aux boissons gazeuses comme moyen prophylactique et préservatif.

On s'est assuré que l'état alcalescent de l'urine correspond presque toujours à la présence du calcul phosphatique dans la vessie, tandis que la précipitation de l'acide urique annonce une prédisposition aux concrétions uriques.

« Dans la *diathèse urique*, l'urine est acide et rougit le papier de tournesol ; dans la diathèse phosphatique, elle est plus ou moins alcaline. » (*Ch. Petit*, p. 176.)

La précipitation des sédiments pulvérulents indique un excès d'acide urique dans l'urine. (*Prout*, p. 158.)

Lorsque la sécrétion d'acide urique prédomine, les alcalis sont les moyens convenables ; les acides, au contraire, et particulièrement l'acide carbonique, sont les substances à employer lorsque les sels calcaires ou magnésiens sont en excès.

Les expériences du docteur Marcet, de Prout, etc., prouvent que ces médicaments ont souvent empêché la

formation de la pierre, et quelquefois diminué le sédiment calculeux.

Lorsque les sédiments ou les concrétions urinaires sont formés par de l'urate d'ammoniaque, qui est décomposable par l'acide carbonique, il est bien préférable d'employer le gaz carbonique dissous dans *l'eau pure*, plutôt que les carbonates alcalins et que les eaux alcalines.

Ici l'alcali du carbonate prend la place de l'ammoniaque, tandis que ce dernier se combine avec le premier, qui est devenu libre par cette double décomposition.

« J'ai observé plusieurs fois, dit Prout (p. 118), sur des malades qui avaient fait usage, depuis longtemps, de carbonates alcalins, que l'incrustation extérieure, qu'on suppose être généralement formée de phosphates, s'est trouvée, en grande partie, composée d'urate de soude, ou de potasse, suivant qu'on avait administré le carbonate de soude ou de potasse.

« L'emploi de ces alcalis produit aussi quelquefois un changement semblable dans la composition des sédiments pulvérulents eux-mêmes. Lorsque le calcul qui existe dans la vessie est composé d'urate d'ammoniaque, l'action que les alcalis exercent sur lui est évidemment défavorable, puisque les urates de soude, de potasse sont moins solubles que l'urate d'ammoniaque. »

« L'usage continu, pendant longtemps et à doses élevées, des boissons alcalines peut, en neutralisant les acides libres de l'urine, favoriser la formation des calculs de phosphate et de carbonate de chaux et de magnésie. » (*M. Pelouze*, rapport à l'Académie.)

« Il paraît bien certain que les boissons alcalines peuvent, dans quelques circonstances, déterminer des dépôts calcu-

leux dans la vessie.» (*M. Pelouze*, rapport, etc.; *Ch. Petit*, pag. 244.)

Leroy d'Étiolles a cité plusieurs cas dans lesquels les alcalins, pris à l'intérieur, ont été complétement inutiles, et, ce qui est bien plus grave, d'autres où ce traitement a été nuisible. Ce chirurgien a, en effet, constaté la présence du carbonate de chaux, formant une ou plusieurs couches sur des calculs composés d'autres substances, et il a montré que ces couches, que Ch. Petit regardait comme une preuve de l'action dissolvante des eaux alcalines, étaient dues non à la décomposition de la partie la plus superficielle des calculs, mais bien au dépôt des sels terreux contenus dans les urines et précipités par l'alcalinisation de celles-ci; d'où il suit que les calculs avaient augmenté sous l'influence du traitement alcalin. M. Bouchardat a été conduit aux mêmes résultats en examinant des calculs avant et après le traitement par les alcalins. Enfin on a cité des faits où il a été permis de penser, quoiqu'on n'en ait pas eu la démonstration directe, que la médication alcaline avait été la cause efficiente et unique de la formation des calculs. (*Valleix.*)

« La chimie analytique a fait voir, dit M. Ch. Braun, que l'acidité de l'urine est due à la présence de sels phosphorés acides, et peut-être aussi, d'après Lehmann, à de l'acide hippurique et à de l'acide lactique libres, et ne dépend nullement de la présence d'une plus ou moins grande quantité d'acide urique; elle a montré que les sédiments de sels uriques ne sont pas une preuve de son augmentation dans l'urine; car, même d'après Becquerel, l'urine qui ne dépose pas renferme fréquemment plus d'acide urique que celle qui dépose.

« Elle nous apprend encore, d'après Lehmann et Scherer,

que la formation des sédiments composés d'urate de soude et d'acide urique libre est due à la décomposition de la matière colorante extractive. En effet, par la décomposition du pigment, il se forme de l'acide urique libre, qui enlève aux urates dissous dans l'urine une partie de leur base; il se forme alors de l'urate de soude acide et de l'acide urique qui reste libre.

« Il s'ensuit que la formation de sédiments uriques n'est pas du tout, par elle-même, une preuve qu'il y ait dans le sang un excès d'acide urique et d'urates, lesquels auraient dû être éliminés par les reins. » (*Ch. Braun*, sur la goutte.)

M. Pelouze pense que, pendant l'usage des eaux alcalines, les phosphates terreux tenus en dissolution dans l'urine, à la faveur des acides libres qu'elle renferme, doivent se précipiter par la neutralisation de ceux-ci, et donner parfois naissance à des calculs de phosphate de chaux et de magnésie. Longchamp a soutenu le contraire.

Cette précipitation peut avoir lieu réellement, mais le produit est immédiatement éliminé avec les urines.

Enfin le docteur Marcet a fait observer avec raison que, si la magnésie est souvent avantageuse dans les cas où l'estomac est dérangé par l'usage, longtemps continué, des alcalis caustiques ou des sous-carbonates, la magnésie peut être souvent aussi dangereuse; car, comme cette substance est la base de l'une des plus communes espèces de calcul, c'est-à-dire celle qui contient du phosphate d'ammoniaque et de magnésie, lorsqu'on l'administre sans connaître la nature des calculs, on peut présumer qu'elle sera dangereuse.

La magnésie peut également, lorsqu'elle est administrée pendant longtemps, causer des accidents graves en for-

mant des masses considérables dans le canal intestinal. (*S. Cooper*, p. 278.)

Il faut conclure de ces diverses observations, qui sont d'une très-haute importance, que dans les cas douteux, et même dans la plupart des cas, il est préférable de faire usage, pour boisson, de même que pour les injections vésicales, d'eau carbo-gazeuse ***pure***, c'est-à-dire non minéralisée.

Maladies de l'utérus et de ses dépendances.

C'est spécialement dans les maladies particulières aux femmes, dans celles qui résultent des anomalies de la menstruation, dans les affections chroniques de l'utérus, dans les métrites chroniques, dans les engorgements, les ulcérations du col utérin, le cancer, etc., que l'acide carbonique, soit à l'état de gaz, soit en dissolution dans l'eau, vient offrir à la thérapeutique les moyens et les secours les plus précieux et les plus efficaces.

C'est ici que se manifestent au plus haut degré d'utilité les propriétés analgésiques, désinfectantes, cicatrisantes et résolutives de ce médicament.

L'acide carbonique, en douches ou en injections, soit à l'état de gaz, soit en dissolution dans l'eau (eau de Seltz), est indiqué et peut être employé avec les plus grands avantages dans :

1° La *dysménorrhée* avec congestion utérine, pour apaiser les douleurs qui précèdent l'établissement du flux menstruel ;

2° L'*aménorrhée*, pour rappeler la menstruation supprimée ;

3° La *leucorrhée*, la *chlorose*, etc. ;

4° Les *engorgements* et *ulcérations fongueuses du col* de l'utérus, comme analgésique, résolutif et cicatrisant;

5° Les *engorgements hypertrophiques* ou avec *induration* (métrite chronique);

6° Les *déviations* de la matrice, *flexion*, *antéversion;*

7° Les *névralgies utérines;*

8° Les *ulcérations* de nature *cancéreuse;*

9° Les *accouchements*, soit pour combattre l'inertie de l'utérus, soit pour provoquer *l'accouchement artificiel.*

Aménorrhée. — Dysménorrhée.

Les bains de gaz carbonique, et surtout les injections de ce gaz ou d'eau carbo-gazeuse, dans les organes sexuels de la femme, produisent un effet très-marqué sur la menstruation. Ils font apparaître et revenir les règles; ils en avancent l'époque, en augmentent la quantité, et ils prolongent la durée de l'évacuation menstruelle.

C'est un moyen des plus efficaces contre l'aménorrhée ou la suppression de la menstruation, et spécialement lorsque celle-ci est retardée, difficile ou insuffisante.

Les irrigations vaginales et utérines faites avec certaines eaux minérales tenant du gaz carbonique en dissolution produisent des effets analogues à ceux du gaz sec.

Lorsque la malade a été déjà préparée par un traitement interne approprié, l'emploi du gaz carbonique, comme irritant externe du système sexuel, est l'un des moyens les plus avantageux dont on puisse disposer pour obtenir l'effet désiré, sans que l'on ait besoin d'avoir recours à des agents pharmaceutiques violents, aux emménagogues proprement dits, qui présentent de grands inconvénients sous d'autres rapports, et déterminent souvent

une surexcitation très-nuisible. Les bons effets du gaz, dans cette circonstance, sont constatés par de nombreuses guérisons.

« Une seule séance dans le bain de gaz carbonique a suffi, dit M. Willemin, pour provoquer les règles qui étaient en retard chez une jeune fille qui souffrait de gastralgie chlorotique. Une autre des malades, qui prenait ces bains pour des douleurs de goutte au pied, éprouva, au bout de quelques jours, une assez forte irritation aux parties génitales (1).

« Dans les cas opiniâtres de menstruation difficile ou douloureuse, il est souvent très-utile de mettre les malades deux fois par jour dans le bain et de les y laisser au moins pendant une heure, et cela dès que le prodrome des règles se manifeste. On continue ce système pendant la durée des menstrues, surtout chez la femme nerveuse et hystérique. » (*MM. Balling-Grandidier.*)

Le docteur Mojon, de Gênes, a publié, en 1834 (2), une note ayant pour titre :

De l'emploi des fumigations d'acide carbonique pour combattre l'aménorrhée et les douleurs internes qui précèdent l'évacuation menstruelle. En voici l'analyse :

« Il est des femmes qui, sans être affectées d'aménorrhée complète, éprouvent, quelques jours et souvent quelques heures avant l'apparition du flux menstruel, des douleurs vives, poignantes, accompagnées de tortillements dans la région utérine. Ces douleurs sont surtout fréquentes chez les filles des grandes villes, d'un tempérament irritable, dont l'influence se révèle par une précocité

(1) *Revue d'hydrologie médicale*, 15 décembre 1858.

(2) *Bulletin général de thérapeutique*, tome VII, page 350.

menstruelle, qui n'est souvent pas en harmonie avec les organes physiques.

« Dans d'autres circonstances, ce sont de jeunes femmes chez lesquelles le coït a surexcité les organes au point que les règles ne coulent point ou ne coulent que difficilement. On a proposé contre ces affections divers moyens. Les emménagogues proprement dits, bien loin de mettre fin aux douleurs, les augmentent; les saignées du pied, l'application des sangsues à la vulve, produisent souvent une surexcitation nerveuse qui augmente le malaise de la malade. »

Mojon a proposé et employé avec succès les fumigations d'acide carbonique. De même que Rasori et Borda, il considère l'acide carbonique comme un puissant déprimant, un contre-stimulant, ou même, si l'on aime mieux, un excellent antiphlogistique. Cette opinion est tout à fait opposée à celle d'un grand nombre de médecins qui le croient un stimulant.

Mojon ne base pas son opinion sur un fait isolé; sa longue pratique lui a fourni plusieurs fois l'occasion d'employer ce moyen. Voici comment il procède :

« On fait dégager de l'acide carbonique par l'action de l'acide sulfurique affaibli sur la chaux dans un flacon à deux tubulures; dans l'une d'elles on place une canule en gomme élastique qui est assujettie au moyen d'un bouchon de liége percé et garni de lut (1).

« Aussitôt que le dégagement commence à se faire, l'on

(1) Nous possédons aujourd'hui des appareils domestiques à faire l'eau de Seltz gazeuse et des siphons qui pourraient être employés avec avantage pour l'objet dont il est question.

Voyez, dans la quatrième partie, la description des divers appareils pour l'administration du gaz carbonique.

introduit dans le conduit vaginal l'extrémité libre de la canule, que l'on peut, au besoin, surmonter d'un bout mamelonné. Ces fumigations, répétées deux fois par jour pendant l'époque qui précède les règles, non-seulement en régularisent le cours, mais encore font disparaître les douleurs qui les précèdent, les suivent ou existent en même temps qu'elles. — Rien n'est plus facile et moins dispendieux que ce moyen. »

« Depuis un an, dit M. Constantin Paul (1), j'ai employé le gaz carbonique en injections dans plusieurs cas de déviations utérines avec douleurs et congestions fréquentes, dysménorrhée, et en ai constaté les propriétés bienfaisantes.

« L'injection de l'eau de Seltz artificielle produit, du reste, les mêmes phénomènes physiologiques que le gaz employé seul; elle donne sur le moment un sentiment de prurit et de chaleur qui fait taire assez promptement les douleurs utérines, et cesse peu de temps après l'injection.

« Appliqué en douches locales, le gaz carbonique est très-utile contre les flueurs blanches et les écoulements muqueux atoniques des organes sexuels de la femme et contre la chlorose. »

« J'ai vu très-positivement, dit M. Terver (2), que dans des cas de chlorose bien établis, et sans autres moyens auxiliaires, l'inhalation du gaz acide carbonique rectifiait, si je puis dire, la respiration, la régularisait, lui donnait une puissance plus grande, et qu'au lieu d'empêcher

(1) *Gazette des hôpitaux*, 30 juin 1863.

(2) *De l'inhalation du gaz carbonique dans la chlorose*, *Thèse*, Paris, 1854, page 17.

l'oxygénation elle la rendait plus complète. Telles sont, du moins, les conséquences que l'on doit tirer, lorsqu'on remarque, chez un grand nombre de chlorotiques, cette pâleur verte, cette lassitude constante, cette faiblesse extrême, cette inappétence, ou ces digestions bizarres ou capricieuses, une *menstruation* enfin plus ou moins irrégulière; quand on a remarqué tous ces phénomènes bien saillants avant ce traitement spécial et unique, quand on voit, dis-je, ces phénomènes disparaître entièrement sous l'influence de ce traitement indépendant de tout autre, ne doit-on pas croire à son efficacité d'abord, mais, plus particulièrement encore, à une action dont l'influence est loin d'être comprise? J'entends dire par là que la fonction des poumons n'a point encore révélé tous les phénomènes qui la constituent, et que, partant, il peut se faire que l'oxygénation du sang, quand elle est exagérée, irrégulière et insuffisante, peut être la cause de maladies différentes.

« Quoi qu'il en soit, on peut induire ce fait remarquable, savoir qu'au moyen de l'inhalation du gaz acide carbonique on modifie favorablement l'hématose. »

On a cherché à expliquer les effets du gaz carbonique contre la chlorose par l'excitation qu'il détermine dans les organes sexuels, par l'absorption du gaz, qui diminue la plasticité du sang, le carbonise et le colore, enfin par l'excitation que produit le gaz sur le système nerveux et ganglionnaire abdominal.

Toutefois, dans la chlorose, il ne suffit pas d'augmenter la vitalité du système utérin; il faut encore améliorer l'hématose, et par conséquent il convient d'associer au traitement externe par le gaz une médication tonique appropriée, les ferrugineux, etc.

Le traitement par le gaz est contre-indiqué dans l'amé-

norrhée et la leucorrhée, qui sont accompagnées d'une hyperémie générale ou utérine, de phlegmasies lentes ou d'affections organiques du système génital, du moins tant que ces complications ne sont pas dissipées.

Nous avons dit précédemment aussi qu'il ne faut pas employer les bains et les douches de gaz chez les femmes enceintes, parce qu'il peut quelquefois en résulter un avortement.

Cependant MM. Breslau et Vogel (de Munich), qui ont fait une série d'expériences sur des lapines gravides, ont constaté que « l'injection, même prolongée, d'une grande quantité d'acide carbonique dans le vagin ou dans le péritoine, à l'état de gestation, n'exerça aucune influence défavorable sur leur santé générale ni sur la vie du fœtus ; la gestation même n'éprouva aucune modification d'injections intra-vaginales abondantes, prolongées pendant une demi-heure. En faisant l'injection, même sous une pression considérable, dans le vagin ou dans l'utérus, dix-huit heures après la délivrance, on ne produisit aucun accident, etc. »

Quoi qu'il en soit de ces expériences, un assez grand nombre d'avortements provoqués par l'application du gaz carbonique chez les femmes doivent avertir les médecins de se tenir en garde contre les accidents. Voyez, plus loin, l'article relatif à l'accouchement artificiel.

M. Simpson, d'Édimbourg, a employé avec succès le gaz acide carbonique, comme anesthésique local, dans la *névralgie du vagin* et de l'*utérus*, dans divers états morbides et *déplacements* des organes pelviens, accompagnés de douleurs et de spasmes.

Il en a fait également usage avec succès dans certains états d'irritation des organes voisins, par exemple dans

la *dysurie*, dépendant d'un état névralgique du *col de la vessie*. M. Simpson cite plusieurs cas de cure définitive pour des affections de ce genre, par suite desquelles les malades étaient cloués dans leur lit par la douleur. Il a donné des soins à une dame, épouse d'un médecin du Canada, à laquelle une dysurie et une irritabilité excessive de la vessie faisaient éprouver les plus vives souffrances. Un grand nombre de moyens avaient été essayés en vain. L'injection du gaz acide carbonique dans le canal vaginal, répétée plusieurs fois par jour, procura de *suite* du soulagement et *finit par amener une guérison complète*. Cette dame est restée dans un état satisfaisant depuis son retour en Amérique, et depuis lors elle est devenue mère.

Quelquefois le soulagement est immédiat; mais dans certains cas il est nécessaire de continuer les injections pendant plusieurs jours et même plusieurs mois.

M. Simpson a soigné une autre malade qui était très-affaiblie et réduite à rester presque continuellement couchée par suite d'un abaissement de la matrice et de sensations douloureuses dans cet organe et dans les parties voisines, spécialement quand elle essayait de s'asseoir ou de marcher. Beaucoup de moyens avaient été employés par lui-même et par d'autres médecins avec peu ou point d'avantage. Cependant, par suite de l'usage des injections de gaz carbonique continuées pendant plusieurs mois, cette dame a recouvré, dans une assez grande proportion, la possibilité de marcher et, complétement, celle de se tenir debout sans souffrir, résultat qu'elle attribue elle-même à l'application du gaz acide carbonique (1).

(1) M. Simpson, *Du gaz acide carbonique comme anesthésique local dans les maladies utérines*. — *Union médicale*, 13 novembre 1856.

Métrites chroniques. — Engorgements, excoriations, ulcérations du col utérin. — Déviations de la matrice.

Lorsque la muqueuse utérine seule est atteinte, il s'ensuit un catarrhe utérin ou *leucorrhée*; mais souvent l'inflammation chronique s'étend au delà de la muqueuse et se complique soit d'une *métrite*, soit d'un *engorgement*.

L'engorgement, ou la *métrite chronique*, peut atteindre simultanément, ou tour à tour, soit le corps, soit le col de la matrice.

Quand l'engorgement occupe le corps de l'utérus et qu'il est assez prononcé, il entraîne fatalement l'utérus hors de sa position normale, et l'on observe alors ces *déviations*, qui, dans quelques cas, sont pour la femme une cause incessante de souffrances.

Quand l'engorgement siége sur le col, il donne naissance à ces rougeurs, à ces érosions, à ces ulcérations qui résistent si opiniâtrément aux caustiques, par cela seul que les caustiques intempestivement employés aggravent l'engorgement au lieu de l'amender.

Enfin, quand l'engorgement s'étend tout à la fois au col et au corps de l'utérus, il donne lieu aux divers accidents que nous venons d'énumérer; de plus, les fonctions de la menstruation sont troublées soit mécaniquement, soit d'une manière pathologique; il survient une leucorrhée plus ou moins abondante.

En parlant des propriétés analgésiques, cicatrisantes et résolutives du gaz carbonique, nous avons déjà mentionné plusieurs faits relatifs au soulagement et à la guérison des maladies de l'utérus au moyen de l'administration de ce gaz.

Nous devons ajouter ici de nouveaux faits à ceux que nous avons mentionnés précédemment.

On a obtenu un grand soulagement des douches de gaz acide carbonique, dans les cas de névralgies utérines, sans altération du col, de même encore dans des cas de phlegmon circum-utérin (1).

« Les effets immédiats du gaz acide carbonique, dit M. Le Juge (2), ont été de calmer des douleurs internes, parfois très-vives chez certaines malades ; quelques-unes en ont éprouvé la cessation aussitôt après la première injection. »

M. Demarquay (3) conclut ainsi qu'il suit de ses expériences sur les injections du gaz carbonique :

« Dans les affections utérines, névralgies du vagin et du col de l'utérus, cancer du col, chez *toutes les malades*, le *soulagement a été instantané* et durait plus ou moins longtemps. Ce qui est bien certain, c'est que l'état de plusieurs de nos malades s'est trouvé amélioré ; si elles n'ont pas guéri de leurs cancers utérins, du moins leur état est devenu supportable. »

« Une malade (4) atteinte d'une métrite, avec engorgement du col et douleurs très-aiguës qui avaient persisté à l'emploi de différents moyens et, entre autres, à une application de chlorure mercureux, a éprouvé les influences les plus favorables des injections de gaz carbonique. Dès les premières applications, la malade, qui éprouvait des souffrances extrêmement vives, que rien, jusque-là, n'avait pu calmer, a *été très-notablement soulagée.* »

(1) M. Salva, page 528.

(2) *Thèse*, 1858, page 24.

(3) Société de chirurgie, séance du 29 octobre 1856, *Gazette des hôpitaux*, 1856, page 524.

(4) M. Ch. Bernard, *Gazette des hôpitaux*, 1856, page 492.

M. Ch. Bernard a *constaté* aussi, de son côté, d'une manière positive, les effets *résolutifs* des douches de gaz dans plusieurs cas d'engorgement du col utérin.

« L'action *résolutive* du gaz carbonique sur les engorgements du col utérin, dit-il (1), a été *bien nette* dans quelques cas. »

Elle est parfaitement démontrée. M. Le Juge (2) cite trois cas dans lesquels, « sous l'influence des douches gazeuses, la consistance du col a *diminué*, l'utérus a *repris son volume normal*, et les malades ont *quitté l'hôpital*, *débarrassées* de leurs douleurs et de leur *engorgement*. »

Nous rapportons ici deux observations intéressantes qui ont été faites par M. Le Juge lui-même (3) :

Métrite avec engorgement et ulcération du col de l'utérus; douleurs très-vives; leur disparition à l'aide des injections d'acide carbonique; diminution très-notable de l'engorgement; amélioration de l'état général de la santé.

« La nommée Mathilde G..., âgée de 34 ans, domestique, entre à la Charité, le 24 janvier 1858, salle Saint-Vincent, n° 15. Elle a eu deux enfants : sa première couche a été bonne ; la deuxième, qui a eu lieu il y a deux ans et demi, a été également bonne. Mais elle s'est beaucoup fatiguée ; à peine remise, elle a eu une métro-péritonite très-grave. Ses règles n'ont reparu que depuis cinq mois ; elles sont très-abondantes, durent près de

(1) M. Ch. Bernard, *Gazette des hôpitaux*, 1857, page 570.
(2) *Thèse*, 1858.
(3) *Thèse*, page 43.

quinze jours, devenant de véritables métrorrhagies accompagnées de douleurs extrêmement vives dans les reins, les aines, le petit bassin, les cuisses; la malade a beaucoup maigri; les nuits sont mauvaises, à cause des douleurs qu'elle éprouve; la marche est devenue impossible; elle est toujours forcée de garder le lit. On lui a fait plusieurs applications de sangsues, plusieurs cautérisations au fer rouge sur le col de l'utérus. Malgré ces traitements divers, les douleurs persistent. A son entrée, on trouve le col tuméfié, ulcéré, chaud, très-douloureux au toucher; le vagin est également chaud et douloureux; l'ulcération envahit la lèvre antérieure, qui est très-rouge, très-tuméfiée ; il y a de l'empâtement, surtout à gauche; la pression hypogastrique détermine de vives souffrances.

« Le 1er février, deux injections d'acide carbonique sont données, et la malade éprouve un soulagement presque immédiat; les nuits sont meilleures.

« Le 15, la malade ne souffre presque plus, elle peut marcher et se promener sans grande gêne; quelques douleurs dans les reins. Les symptômes inflammatoires ont, en partie, disparu; le col est moins rouge, moins douloureux au toucher; l'ulcération persiste toujours.

« Le 25, même amélioration. On continue les injections d'acide carbonique jusqu'au 25 avril; on en cesse l'application. A partir de ce moment, la malade n'accuse plus aucune douleur. A l'examen, à l'aide du spéculum, on trouve que la lèvre antérieure du col est encore tuméfiée; l'engorgement a bien diminué; un peu d'empâtement à gauche, l'ulcération existe toujours, on la touche avec une solution de teinture d'iode.

« Le 6 mai, l'état local est à peu près le même. Cautérisation avec la teinture d'iode.

« Le 13, on constate que l'engorgement a presque disparu. L'ulcération diminue de largeur.

« Les douleurs n'ont pas reparu, même depuis qu'on a cessé les injections d'acide carbonique. La malade peut faire des courses sans souffrir; l'état général est très-amélioré; elle a repris de l'embonpoint, des forces, et depuis deux mois ses règles sont régulières, durent le temps qu'elles coulaient, avec la même quantité de sang qu'avant sa maladie. Elle demande son *exeat*, et quitte l'hôpital. »

Ulcération du col utérin d'apparence cancéreuse, avec écoulement sanguinolent très-fétide. — Guérison.

« L'acide carbonique a puissamment modifié, dans un autre cas, un ulcère situé sur le col de l'utérus d'une de nos malades. Il avait l'apparence d'une ulcération cancéreuse, après que la malade en avait eu tous les symptômes rationnels. Il pénétrait dans le col; sa surface était bourgeonnante, et livrait passage à une sérosité sanguinolente très-fé ide. Après deux mois de traitement par les injections d'acide carbonique, l'*ulcère avait disparu.* Le col était devenu lisse, n'offrant plus que deux ou trois petits bourgeons rougeâtres. L'état général, si gravement compromis à l'entrée de la malade à la Charité, s'était bien amélioré; le teint était devenu coloré; en un mot, il y avait eu un changement bien notable et très-satisfaisant dans l'état de la malade (1). »

Les effets détersifs et désinfectants du gaz carbonique sur les ulcérations carcinomateuses du col de l'utérus sont

(1) M. Le Juge, page 41.

très-remarquables. *Parfois même cet effet va jusqu'à produire une sorte de cicatrisation*, en sorte que l'état des malades semble un moment s'améliorer (*M. Salva*).

« Il *n'est pas douteux* pour nous, ajoute M. Salva (1), que *l'effet cicatrisant ne doive se produire rapidement* dans la plupart des cas d'ulcération simple du museau de tanche, que l'on traite habituellement par la cautérisation. Il y a là une nouvelle série d'études à faire. »

Mais ce n'est pas seulement à l'état de gaz sec que l'acide carbonique produit ses bons effets dans les maladies utérines. L'expérience a fait connaître que beaucoup d'eaux minérales, qui contiennent une certaine quantité d'acide carbonique libre, produisent aussi les meilleurs résultats dans les cas d'engorgement, de tuméfaction de la matrice ou du col utérin, qu'elles déterminent la résolution de l'engorgement et la cicatrisation des excoriations et des granulations du col, etc.

Sous l'influence d'injections douces et d'irrigations vaginales et utérines, avec plusieurs eaux minérales carbogazeuses, on obtient ordinairement la résolution très-prompte d'engorgements utérins ou du col des excoriations et des ulcérations dont cette partie est le siége.

M. Scanzoni (2) a fait usage avec succès, contre ces affections, des bains de siége d'eaux minérales de Kissingen, d'Ems, de Carlsbad, qui sont très-chargées d'acide carbonique.

(1) *Thèse*, page 27.

(2) *Lehrbuch der Krankheiten der weiblichen sexual organe*, Wien, 1857, art. *Métrite chronique*.

Busch, célèbre accoucheur allemand, conseillait les mêmes eaux (1).

Hufeland prescrivait les eaux d'Ems contre les « stagnations hémorroïdaires de la matrice. » L'action de ces eaux, dit-il, est à la fois excitante et *résolutive*.

Prunelle accordait une grande importance à la source de l'hôpital, à Vichy, pour le traitement des affections chroniques de la matrice. (*M. Willemin*, p. 76.)

Ch. Petit, MM. Barthez, Durand-Fardel, Willemin, ont employé avantageusement les eaux de Vichy contre les métrites chroniques et les engorgements des ovaires : « Le résultat direct de l'action de ces eaux est une tendance à la *résolution*. »

M. Willemin cite un cas (Observ. 26) dans lequel, sous l'influence des bains d'eau minérale aidés d'irrigations, la résolution de l'engorgement du col s'est opérée rapidement ; en quinze jours, l'organe a diminué de plus de moitié de son volume ; après vingt-cinq bains, il ne paraît plus exister aucune tuméfaction ; la rougeur et la déviation avaient également disparu. (*M. Willemin*, p. 113.)

C'est contre les engorgements indolents de l'utérus, dit M. Willemin (2), si communs à la suite de couches ou d'avortements, que cette médication (par les eaux de Vichy) a montré toute son efficacité ; mais lorsque, outre l'engorgement, il existe encore des symptômes de métrite subaiguë ou chronique, ce traitement a été plus souvent insuffisant.

(1) *Geschlechtsleben des Weibes*, Leipsig, 1841, tome III, page 764.

(2) M. A. Willemin, *De l'emploi des eaux de Vichy dans les affections chroniques de l'utérus*, Paris, 1857, page 3.

M. Willemin a résumé ainsi son intéressant travail (page 244) : « Le traitement de Vichy jouit d'une efficacité remarquable contre les *engorgements chroniques* de l'utérus. Sur quinze cas d'engorgements avec antéversion, dont quelques-uns étaient compliqués d'excoriations et de granulations au col, nous avons obtenu douze fois une guérison complète, deux fois une grande amélioration, et, dans un cas où le traitement a été incomplet, il y a eu néanmoins un commencement d'amélioration.

« Dans tous les cas où la vérification nous a été possible après la cure, nous avons reconnu que l'engorgement avait disparu. Quant au déplacement, nous avons pu nous assurer que cinq fois sur neuf il avait cessé en même temps que l'engorgement.

« Dans les cas d'engorgement avec *rétroversion*, l'efficacité de cette médication est tout aussi grande. Il en est de même pour les cas d'*antéflexion* ou de *rétroflexion*, où il n'existait pas de métrite chronique.

« Dans les cas de *métrite chronique*, avant de recourir à l'emploi des eaux de Vichy (de même qu'à l'emploi du gaz carbonique ou de toute eau carbo-gazeuse), il importe de combattre, par un traitement approprié, l'élément phlegmasique.

« Quant aux phlegmons péri-utérins, sur dix cas nous avons obtenu cinq fois la résolution ; deux fois il n'y a eu qu'amélioration. »

« Le premier effet des eaux a toujours été de diminuer ou de faire disparaître l'engorgement, même quand celui-ci dépendait d'une métrite chronique (page 246) (1). »

(1) Ch. Petit avait reconnu l'efficacité des eaux de Vichy dans les métrites chroniques et contre les engorgements des ovaires.

M. Willemin cite de nombreux exemples d'engorgements du col de la matrice, saignants, douloureux à la pression, tuméfaction, etc., qui ont été améliorés ou guéris par l'usage des injections des eaux carbo-gazeuses de Vichy.

Parmi les observations nombreuses recueillies avec soin par M. Willemin, nous citerons celle d'une dame (p. 17) ayant un engorgement de l'utérus, des excoriations et granulations du col, cautérisée sans résultat par M. Nélaton, à deux reprises, ayant une antéversion complète. Des bains minéraux et les irrigations faites dans le bain ont amené la ***résolution*** de l'engorgement, la disparition des excoriations, le redressement de la matrice et une guérison durable (1).

Observation, n° 6, d'une dame de 30 ans, ayant une antéversion complète de la matrice, engorgement et ulcération du col, datant de cinq ans, cautérisée sans résultat un grand nombre de fois avec la pierre infernale, le nitrate acide de mercure, avec le feu, pour une ulcération du col (*M. Velpeau avait pratiqué vingt-sept cautérisations*), chez laquelle tous les symptômes morbides disparurent, sauf la déviation, par vingt bains minéraux, avec irrigations prolongées. (*M. Willemin*, p. 32.)

« Recherchant de quelle efficacité a été le traitement par les bains et les irrigations d'eau de Vichy, dans les cas d'engorgement du col de l'utérus, nous voyons que

— Il les considérait comme indiquées pour les cas de tuméfaction du col ou du corps de la matrice, à la condition que ces affections n'eussent plus rien d'aigu, qu'il n'y eût pas d'ulcérations. (Ch. Petit, *Mode d'action des eaux de Vichy*, page 133.)

(1) M. Willemin, *ibid.*

dans douze cas les souffrances ont disparu, huit fois après une seule cure et quatre fois après une seconde. » (*M. Willemin*, p. 76.)

Il résulte bien évidemment des faits et des observations qui précèdent que l'acide carbonique, soit gazeux, soit dissous dans l'eau, a la propriété de résoudre les engorgements utérins et de cicatriser les excoriations, les ulcérations du col.

Ces faits remarquables, ainsi que les observations intéressantes et soigneusement recueillies qui ont été rapportées par M. Willemin, établissent d'une manière incontestable les bons effets des eaux de Vichy pour la résolution des engorgements utérins, ainsi que pour la guérison des ulcérations et excoriations de cet organe.

Mais est-ce à la soude ou bien à l'acide carbonique, qui sont les principes essentiels constituants des eaux de Vichy, que doivent être attribués les bons effets curatifs de ces eaux dans les affections dont il s'agit ici?

Nous n'hésitons pas à dire qu'*ils doivent être attribués, pour la plus grande partie, à l'acide carbonique* contenu dans ces eaux.

En effet, si nous enlevons, par la pensée, tout l'acide carbonique contenu dans l'eau minérale de Vichy, de telle sorte qu'il n'y reste que la soude (non caustique), ou même du sous-carbonate de soude, nous n'en obtiendrons plus certainement les mêmes résultats qu'auparavant.

Sous l'influence de l'alcali seul, la tuméfaction, l'engorgement ne se résoudront pas, les ulcérations ne se cicatriseront point; loin de là, la plaie, au lieu de diminuer, s'étendra, elle prendra un caractère torpide et de mauvaise nature, l'organe deviendra œdémateux, etc. En

somme, la guérison n'aura pas lieu ou elle se fera très-difficilement.

Les pastilles de Vichy, si elles étaient préparées avec du sous-carbonate de soude ou du chlorure de sodium, au lieu de l'être avec du bicarbonate, auraient-elles des propriétés digestives bien prononcées? Non assurément.

Si les eaux minérales de Contrexeville étaient privées de leur acide carbonique libre, si elles ne contenaient que des sous-carbonates de chaux et de magnésie, auraient-elles les propriétés lithontriptiques qu'on leur connaît? Non encore.

C'est donc à l'acide carbonique plutôt qu'à l'élément basique, soude, chaux, etc., qu'il faut, à notre avis, attribuer une grande partie des vertus d'un grand nombre d'eaux minérales. Mais, loin de là, on a rapporté presque tous les effets des eaux à l'alcali, tandis que l'on a négligé l'élément curatif essentiel, capital, l'acide carbonique, qui souvent constitue, à lui seul, presque toute la valeur thérapeutique de certaines eaux minérales.

D'un autre côté, ce ne sont pas les eaux alcalines seules qui jouissent de la propriété de résoudre les engorgements utérins, de cicatriser les ulcérations, les excoriations du col de la matrice.

La plupart des eaux minérales, non alcalines, mais contenant du gaz carbonique libre, produisent aussi d'excellents effets dans les affections dont il s'agit.

Nous allons en donner les preuves.

Les eaux sulfatées gazeuses (Carlsbad, Marienbad, etc.), les eaux chlorurées carbo-gazeuses (Kissingen, Lamotte, etc.) jouissent aussi, à un très-haut degré, des mêmes propriétés. Nous ajouterons que les dernières (chlorurées gazeuses) et les eaux calciques doivent

être préférées aux eaux alcalines proprement dites, chez les sujets lymphatiques, torpides, qui ont une tendance à l'œdème, aux hydropisies, etc.

« Les eaux de Carlsbad sont favorables contre les stases veineuses et les engorgements de l'utérus; elles facilitent la menstruation lorsqu'elle est difficile (1). »

« En général (2), nos malades, même les plus irritables, supportent très-bien nos injections d'eau minérale à l'état de mousse (gaz carbonique) pendant un quart d'heure et même une demi-heure... Quelques malades accusent seulement une sensation de chaleur locale qui ne tarde pas à se dissiper. Cette tolérance de l'utérus pour les injections est sans doute favorisée par l'action anesthésique de l'acide carbonique.

« Les effets de ce mode d'emploi des eaux de Saint-Nectaire ont bien répondu à nos espérances.

« Sous son influence, le traitement de la leucorrhée a marché plus rapidement, et généralement a donné des résultats plus complets.

« Une dame m'a assuré (je n'ai pu vérifier le fait par mes propres yeux) avoir été guérie (par les irrigations avec l'eau minérale de Saint-Nectaire, sortant de la source et en mousse par le dégagement naturel de l'acide carbonique) d'ulcérations au col de l'utérus, qui avaient résisté à plusieurs cautérisations.

« Parmi les maladies que guérissent les eaux d'Ems, celles des femmes tiennent le premier rang.

« Lorsqu'il s'agit de faire disparaître des engorgements

(1) P. Forges, *Carlsbader Heilquellen*, 1853.

(2) M. Vernière, *Eaux minérales de Saint-Nectaire*, 1852, page 7.

simples ne provenant pas de *néoplasme* ou *désorganisation,* les pertes blanches, de régulariser la menstruation, les eaux d'Ems, en applications locales, en bains, douches et injections, sont supérieures et capables de rendre les plus grands services (1). »

« Les *ulcérations* superficielles du *col de l'utérus*, les *leucorrhées* ne résistent pas à l'action des eaux de Néris, surtout en injections prolongées.

« Ces eaux, en triomphant de l'*hypertrophie* de la matrice, qui est souvent la cause des déplacements de cet organe, remédient à cette infirmité (2). »

L'eau minérale de Néris contient des bicarbonates.

« L'eau minérale de Pougues, administrée en bains, en douches, en injections, est employée avec succès contre le catarrhe et l'engorgement de l'utérus (3). »

« Les eaux carbo-gazeuses de Soultzmatt (Haut-Rhin) agissent favorablement dans l'aménorrhée, la dysménorrhée surtout; contre les états d'inflammation chronique ou d'*engorgement de l'utérus*, la leucorrhée (4). »

« Les eaux gazeuses de Soultzbach en bains, en douches et en injections sont utiles contre les mêmes affections, contre les *ulcérations* du col de l'utérus et la stérilité (5). »

« Les eaux minérales d'Évian ont été employées avec succès, en douches locales et en bains prolongés, contre l'état subinflammatoire du *col de l'utérus* avec engorge-

(1) M. H. Vogler, *Ems*, 1859, page 89.
(2) Richond des Prus, *Néris*, page 96.
(3) M. F. Roubaud, *Pougues*, page 149, 1861.
(4) M. Bach, *Eaux gazeuses de Soultzmatt*, pages 209-222.
(5) M. A. Robert, *Eaux de Soultzbach*, pages 36-38.

ment, *érosions*, *ulcérations* et *granulations* à un degré léger (1). »

« On peut obtenir en peu de temps, par des irrigations prolongées avec l'eau minérale d'Evian, la disparition des *granulations* et des *ulcérations* superficielles du col de l'utérus (2). »

« Les eaux de Luxeuil, en irrigations continues, ont guéri ou amoindri différentes irritations de la muqueuse du vagin et du col de l'utérus (3). »

« Lorsqu'il y a des signes d'obstructions, d'empâtements, que la matrice augmente de volume, etc., il convient surtout d'employer les eaux de Wiesbaden (carbo-gazeuses chlorurées) intérieurement, ainsi qu'en lavements et injections dans la matrice, et en bains, qui sont extrêmement efficaces dans ce cas; beaucoup de malades trouvent ici (Wiesbaden), tous les ans, leur guérison (4). »

Le célèbre Hufeland (*Journal de médecine pratique*, 1821, ch. II) rapporte le fait suivant :

« La première connaissance, dit-il, que je fis, il y a trente ans, avec Wiesbade, et qui confirme pour toujours ma confiance dans cette source, fut à l'occasion d'une dame atteinte de flueurs blanches âcres et chroniques avec un commencement de squirre à l'utérus. Elle s'y trouva si extraordinairement soulagée, qu'elle en répéta l'usage plusieurs fois, et que, par ce moyen, elle conserva la vie pendant un grand nombre d'années, et qu'elle

(1) M. Andrien, *Eaux d'Évian*, 1848.

(2) M. Dupraz, *Eaux d'Évian*, 1854.

(3) M. Revillout, *Eaux de Luxeuil*, 1838, page 120.

(4) Péez, *Eaux minérales de Wiesbaden*, page 283.

échappa au danger du cancer de la matrice qui la menaçait. »

Péez ajoute :

« Jamais je ne vis un squirre de mauvaise nature bien prononcé guérir ici ; mais dans beaucoup de cas de cette espèce j'obtins une très-grande diminution dans les symptômes très-douloureux, et je réussis par là décidément à prolonger la vie (1). »

« Diverses affections locales des organes sexuels de la femme se manifestant sous les formes variées de la menstruation douloureuse, tantôt diminuée, tantôt excessive, les flueurs blanches et les altérations organiques de la membrane muqueuse et de la matrice, qui ont été éclaircies dans ce dernier temps à l'aide du spéculum, sont guéries, dans les circonstances convenables, par les eaux de Kreuznach. » (*Dr Wiesbaden; —* Kreuznach.)

« La vertu dissolvante (*lisez* résolutive) de nos bains de Kreuznach, fortifiée d'eau mère, offre les plus brillants résultats, si (*lisez* lors même que) les parties sexuelles ont déjà subi des altérations organiques. Dans ce cas, il faut toujours recourir aux injections.

« La plupart des dames que l'on envoie à Kreuznach souffrent d'affections de ce genre, surtout d'*indurations du col de la matrice*, d'*engorgements* et d'*hypertrophies* de la matrice, simples, ou produites par des tumeurs fibroïdes, d'*inflammation chronique* et d'*induration* des ovaires.

« Pendant, ou bientôt après la cure, les obstructions de la matière disparaissent; le col de la matrice se ramollit,

(1) Péez, *Eaux thermales de Wiesbaden*, page 284.

elle reprend son volume naturel; les ovaires engorgés, dont l'altération laissait craindre une hydropisie, sont rendus à l'état normal; enfin la menstruation redevient régulière; un mieux général se fait sentir, et la constitution aussi recouvre la force et la vigueur. » (*Dr Engelmann*, Kreuznach, 1858, page 57.)

« Au moyen des injections et des irrigations locales d'eau minérale de Nauheim, la membrane muqueuse des organes sexuels de la femme prend de la tonicité; l'acte de la menstruation est régularisé; les engorgements, les tuméfactions chroniques et les indurations de ces organes se dissipent par voie de résorption et de résolution (1). »

« Nous avons obtenu souvent des résultats heureux par l'application de douches utérines froides, de demi-bains ou de bains de siége, avec l'eau minérale de Nauheim, l'une des plus chargées de gaz carbonique libre, dans des cas de leucorrhée chronique, d'érosions de la portion vaginale de l'utérus. Mais nous n'avons pas remarqué que les tumeurs fibreuses de l'utérus, les kystes de l'ovaire aient été diminués par l'usage de ces eaux. » (*Dr Beneke*, Eaux thermales salines de Nauheim, page 165.)

A Nauheim, l'acide carbonique libre existe, en quantité considérable, combiné avec la chaux bicarbonatée et au chlorure de calcium.

M. le docteur Grandidier (page 109) cite l'observation d'une dame mariée, sans enfants, qui éprouvait de vives douleurs pendant la menstruation, et qui avait le col de la matrice considérablement tuméfié, douloureux au toucher,

(1) Sutro, *German mineral Waters*, London, 1851, page 374.

bosselé, mais cependant sans granulations, et qui fut traitée avec succès par les eaux de Nenndorf; « lorsque j'eus occasion de faire une nouvelle observation, cinq mois après, dit M. Grandidier, tous les symptômes morbides que j'ai énumérés ci-dessus avaient disparu. »

« Les inflammations chroniques de l'utérus, son développement anormal hypertrophique, les indurations, les ulcérations du col, les leucorrhées abondantes et invétérées, trouvent à Lamotte (1) un soulagement certain, une guérison inespérée.

« Il en est de même de cet état d'atonie des organes, de la génération qui succède à une parturition trop prompte, trop laborieuse, ou trop souvent répétée. »

M. le docteur Dorgeval-Dubouchet cite plusieurs observations de guérisons de cette nature opérées par les eaux de Lamotte.

« Madame D., à la suite d'un accouchement laborieux, avait conservé un *engorgement* considérable du col utérin, accompagné de pertes sanguines abondantes qui se renouvelaient tous les douze ou quinze jours. La malade fut envoyée aux eaux de Lamotte par le docteur Gensoul.

« Une seule saison suffit pour amener la disparition de l'engorgement du col; l'écoulement sanguin a été modéré et régularisé; plus tard la malade est devenue enceinte; elle a accouché heureusement sans aucune suite fâcheuse, et depuis lors le rétablissement ne s'est pas démenti. »

« Madame L., âgée de 28 ans, d'un tempérament sanguin, d'une forte constitution, mère d'un enfant qu'elle n'a pas nourri, était atteinte, depuis son accouchement, d'une *induration* du col de l'utérus, accompagnée de

(1) M. Dorgeval-Dubouchet, *Eaux de Lamotte*, page 74.

quelques *ulcérations*. Cet état avait été particulièrement soigné par MM. Lisfranc et Bouchacourt, qui, l'un et l'autre, ont eu recours à la cautérisation.

« Après une saison de vingt jours à Lamotte, madame L. est retournée chez elle avec un soulagement assez prononcé. Quelques mois plus tard, la guérison s'est trouvée complète, et depuis elle a eu une grossesse très-heureuse (1). »

« Une autre dame, malade, fut dirigée vers les bains de Lamotte par son médecin, qui disait à M. Dubouchet : « Le col utérin, chez cette malade, est dans un tel état de désorganisation, que je crains bien que la puissance de vos eaux ne soit mise complétement en défaut. »

« Les désordres étaient, en effet, des plus graves ; le col, boursouflé, présentait plusieurs végétations, et de vives douleurs hypogastriques et lombaires accompagnaient un écoulement sanieux presque constant.

« Pendant vingt-cinq jours, la malade prit des bains prolongés dans lesquels un appareil approprié permettait de soumettre les parties malades à une irrigation douce et continue, d'une température inférieure de quelques degrés à celle du bain. Après vingt-cinq jours, la malade dut partir ; mais alors les douleurs avaient cessé, l'écoulement était presque nul, et le gonflement du col utérin présentait une diminution au moins de moitié (2). »

Le docteur Papst, de Petershagen, rapporte plusieurs cas d'heureuse terminaison d'hypertrophie utérine, d'hydropisie des ovaires obtenue au moyen de l'eau minérale d'Oeynhausen (Rehmé), en Westphalie.

(1) M. Dorgeval-Dubouchet, *Eaux de Lamotte*, page 75.
(2) *Ibid.*, page 76.

Voici l'observation d'un de ces cas :

« Madame T., âgée de 38 ans, sans enfants, éprouvait, depuis plusieurs années, des souffrances et une pression dans la région pelvienne, constipation opiniâtre, avec de fréquentes rétentions d'urine. La menstruation, abondante, était accompagnée de très-vives douleurs. L'exploration fit voir que le col de l'utérus était effacé, l'ouverture dirigée en arrière, et l'utérus tuméfié ayant la grosseur de la tête d'un enfant, avec plusieurs protubérances à la partie postérieure; on pouvait à peine le mouvoir, et la malade ne pouvait rendre son urine qu'au moyen de la sonde.

« Au moyen d'injections d'eau minérale d'Oeynhausen administrées quatre fois par jour, et d'un traitement interne approprié, suivi pendant trois mois, la tuméfaction avait presque totalement disparu; l'on pouvait très-bien distinguer le col et l'ouverture de la matrice; l'organe était revenu à sa position normale; on pouvait lui imprimer des mouvements, et il était moins sensible; la menstruation s'accomplissait sans douleur, elle était modérément abondante; les fonctions de la vessie et de l'intestin étaient revenues à l'état normal; la malade était soulagée, presque guérie après ce traitement. » (M. Sutro, *German mineral Waters*, page 366.)

Nous avons insisté à dessein, nous avons accumulé avec intention les citations et les exemples d'améliorations et de guérisons de maladies utérines, obtenues par diverses eaux minérales contenant des proportions notables d'acide carbonique libre, pour faire voir que ce n'est pas à l'alcali carbonaté, seul, que sont dues ces guérisons, et qu'il revient une part du succès à l'acide carbonique, dont nous

avons démontré, d'ailleurs, bien suffisamment les propriétés résolutives et cicatrisantes.

Non-seulement les eaux carbonatées, alcalines sodiques, mais aussi les eaux calciques, spécialement les eaux chlorurées, lorsqu'elles contiennent de l'acide carbonique libre, produisent des effets résolutifs et cicatrisants, bien certains, contre les engorgements chroniques, les indurations, les excoriations, les tuméfactions, et, par suite, contre les déviations de l'organe utérin.

Les eaux minérales chlorurées, qui contiennent des sels de chaux (des bicarbonates de chaux ou de magnésie), et une proportion modérée (un quart à la moitié de leur volume) de gaz acide carbonique libre, administrées en irrigations ou applications externes locales, nous paraissent devoir produire les meilleurs résultats pour le traitement d'un grand nombre de maladies de l'utérus et de ses dépendances.

Les eaux carbo-gazeuses, convenablement employées, peuvent donc fournir, dans un grand nombre de ces cas, des ressources très-utiles à la thérapeutique, épargner aux malades les souffrances et les ennuis du traitement presque uniquement en usage aujourd'hui, les cautérisations et les opérations chirurgicales sur la matrice, etc.

M. Courty a récemment écrit un mémoire sur l'innocuité et l'efficacité de la cautérisation de la cavité utérine. Mais beaucoup de praticiens, et M. Nonat entre autres, ne partagent point les opinions du professeur de Montpellier, et non-seulement M. Nonat est surpris des succès annoncés par M. Courty, mais encore cette médication serait, selon lui, des plus dangereuses.

Des rétrécissements et même des oblitérations du con-

duit utérin, la production d'une métro-péritonite ou de phlegmasies péri-utérines souvent mortelles, tels sont, d'après M. Nonat, les accidents qui peuvent être la conséquence de la cautérisation avec le fer rouge ou le nitrate d'argent fondu, abandonné dans la cavité de la matrice.

A l'appui, M. Nonat invoque sa longue expérience et des faits nombreux empruntés à la pratique de Chomel et de MM. Aran, Richet, Jobert et Demarquay.

Les propriétés que possède l'acide carbonique gazeux ou en dissolution dans l'eau minérale, pour le traitement des maladies utérines, sont des plus importantes et des plus précieuses pour l'humanité. Elles donneront lieu bientôt, nous l'espérons, à d'heureuses modifications dans la thérapeutique actuelle, et qui auront pour but d'amener et de favoriser la *résolution* des engorgements de l'utérus, de *faire cicatriser* les ulcérations de cet organe, au lieu de recourir, comme on le fait trop généralement aujourd'hui, aux cautérisations multipliées, aux instruments, etc., moyens barbares, presque toujours insuffisants, et qui augmentent souvent le mal au lieu de le guérir.

Nous ne saurions nous élever assez contre la déplorable tendance qu'ont les praticiens de nos jours à faire des applications multipliées de la pierre infernale et des opérations douloureuses dans les maladies de l'utérus, et surtout, il faut bien le dire, de l'abus que l'on fait aujourd'hui de ces moyens atroces sur des organes aussi fragiles et aussi délicats.

Nous avons l'intime conviction que, dans la grande majorité des cas d'engorgement du corps et du col de l'utérus, dans les granulations, excoriations et ulcérations simples du col, des irrigations faites avec des eaux miné-

rales carbo-gazeuses, chlorurées ou calciques, seraient suffisantes, grâce aux propriétés analgésiques, cicatrisantes et résolutives du gaz carbonique, pour opérer promptement, sans douleurs et sans opérations, la résolution de l'engorgement, la cicatrisation des ulcérations, la guérison complète des maladies dont il s'agit, et, par suite, celle de la déviation de l'organe.

« Après quarante années d'expérience, s'écrie le vénérable docteur A. Granville, de Kissingen (le spirituel et gracieux auteur de *Spas of England* et *Spas of Germany*), il m'est bien permis d'élever la voix contre ces funestes innovations.....

« Je rends grâces à Dieu, tant pour les malades que pour la conscience des praticiens, de ce que le traitement des maladies des femmes n'a pas besoin de ces manœuvres. Le remède est un de ceux qui opèrent tout seuls; le gaz carbonique contenu dans nos eaux trouvera son chemin, il produira ses bons effets sans que l'on ait besoin de recourir au spéculum, aux cautérisations ni aux instruments tranchants (1). »

D'un autre côté, le docteur West, de Londres (*Maladies des femmes*, Londres, 1858), s'est élevé avec raison contre la trop grande importance attribuée par beaucoup de médecins aux ulcérations du col de la matrice; cette altération est beaucoup plus fréquente, et présente, selon lui, moins de dangers qu'on ne le suppose généralement.

(1) A. B. Granville, F. R. S., *Traitement par les nouveaux bains minéraux en Allemagne et bains de gaz carbonique à Kissingen pour les maladies des femmes*, in-18, page 122, 1855. — Londres et Paris, chez Galignani, Amyot, libraires.

Cancers de l'utérus, du sein, etc.

En 1776, on communiqua à l'Académie des sciences l'observation « de l'efficacité surprenante » de l'air fixe qu'on venait d'appliquer à un cancer ouvert dans une largeur de 16 pouces. « Il était couvert d'une sanie purulente et fétide qui excitait des douleurs insupportables. Dans l'espace de huit jours, l'emploi de ce moyen avait déjà produit un effet incroyable. Les douleurs avaient entièrement cessé, la plaie commençait à prendre un bon caractère, et les dimensions du cancer étaient réduites à 4 pouces de diamètre. » On n'espérait pas, à la vérité, que les bons effets du remède pussent aller plus loin;... mais quel autre moyen aurait pu procurer un effet aussi sensible et un soulagement aussi manifeste? (*Sigaud de Lafond, de l'Air fixe*, page 75.)

On lit, dans le *Journal de Physique*, de l'abbé Rozier (août 1777), que Minors, chirurgien de l'hôpital de Middlesex, avait guéri radicalement un cancer à la lèvre, par la seule application de l'air fixe; que Wedenberg, médecin suédois, assurait que le même remède avait été employé avec un succès aussi complet en Allemagne et dans les mêmes circonstances. (*Sigaud*, page 77.)

Vers l'année 1794, le chirurgien anglais John Ewart publia, sur le sujet dont il est question, un travail ayant pour titre : *The history of two cases of ulcerated cancer of the mamma; one of wich has been cured, the other much relieved, by a new method of applying carbonic acid air; by John Ewart, D.-M. Bath; in*-8°. *Dilly*, *London*, 1794, p. 62.

On ne lira pas aujourd'hui, sans quelque intérêt, un ré-

sumé de faits curieux qui sont restés dans l'oubli depuis trois quarts de siècle :

« Une femme de 58 ans fut admise à l'infirmerie de la ville de Bath, le 24 juin 1794, pour un ulcère à la partie supérieure de la mamelle gauche.

« L'étendue de cet ulcère, de sa partie supérieure au voisinage du mamelon, était de 5 pouces, et sa largeur de 3 à 4. Sa plus grande profondeur mesurait environ 2 pouces. De son extrémité inférieure partait un trajet fistuleux qui se dirigeait en bas sous la peau. On pouvait apprécier l'étendue de ce trajet par la quantité de matière excrétée. En effet, la malade avait l'habitude de presser sur ce point plusieurs fois par jour, et d'en faire sortir une cuillerée ou deux tiers d'une petite tasse à thé d'un ichor très-fétide. Cet ulcère exhalait une odeur repoussante, ses bords étaient déchiquetés, et le tissu mammaire, à une distance de 1 à 2 pouces, était tuméfié et induré en formant des bosselures irrégulières qui, en différents points, semblaient adhérer au muscle pectoral.

« Tout cela était accompagné presque constamment d'une douleur piquante, que la malade comparait quelquefois à une sensation de brûlure ; et cette douleur arrivait fréquemment à un degré de supplice tel, que cette malheureuse poussait des cris pendant plusieurs heures. L'état général de cette femme n'était guère satisfaisant, car elle avait, par la douleur, perdu ses forces et était tombée dans une émaciation progressive. »

Le docteur Ewart crut ce cas convenable pour expérimenter l'action du gaz acide carbonique. Voilà comment il décrit le mode d'application de cet agent.

« Le col d'une vessie (1) fut coupé de façon à faire une ouverture circulaire d'un diamètre assez grand pour correspondre à l'étendue de l'ulcère; on tailla ensuite un trou rond du même diamètre, dans une pièce de cuir mou recouvert d'emplâtre adhésif, et on fit ce trou assez large pour entourer l'ulcère; on introduisit l'extrémité coupée de la vessie dans le trou pratiqué au cuir; on en renversa les bords, on les fixa à l'emplâtre adhésif, et l'on eut ainsi quelque chose qui ressemblait assez à un chapeau arrondi, l'emplâtre formant le bord, et la vessie distendue le fond du chapeau. Afin de mieux cimenter l'adhésion de la vessie à l'emplâtre, et de rendre cette poche impénétrable à l'air, d'étroites bandelettes circulaires furent appliquées à la jonction des deux segments de l'appareil; on renversa ensuite le tout à la surface de l'ulcère, qui fut ainsi entièrement recouvert par la poche; on pratiqua alors un petit trou au fond de la vessie pour admettre un tube de 1/4 de pouce de diamètre, tube qui communiquait avec le fond d'une éprouvette placée sur l'eau et remplie de gaz acide carbonique. Lorsque tout fut disposé et que la vessie fut bien vidée de l'air qu'elle pouvait contenir, on abaissa l'éprouvette dans l'eau et on fit passer dans la vessie le gaz qu'elle renfermait. Le tube enlevé, on mit une ligature sur l'orifice de la poche, et l'acide carbonique resta en contact avec l'ulcère.

« Aussi souvent que la vessie s'affaissait, on la remplissait de la même manière, et cette opération fut répétée,

(1) L'emploi du caoutchouc et du siphon d'eau gazeuse permettrait de faire aujourd'hui des appareils de cette espèce beaucoup mieux appropriés qu'on ne le pouvait autrefois. Voyez à la quatrième partie.

quelquefois, deux ou trois fois chaque jour. Cet appareil répondait complétement au but qu'on se proposait; car, lorsqu'on remplissait cette vessie le soir, on y trouvait le plus souvent, le lendemain matin, une quantité considérable de gaz.

« L'application de l'acide carbonique donna lieu d'abord à une sensation de froid, à laquelle succéda bientôt une sensation de chaleur. Dès le lendemain, la malade était soulagée. L'ulcère prit de jour en jour une meilleure apparence; l'écoulement diminua d'une façon graduelle et acquit la couleur et la consistance du pus louable; la circonférence de l'ulcération se contracta, et sa cavité se remplit. Le 19 septembre, le trajet fistuleux était entièrement comblé, et l'ulcère fermé; il ne resta point d'induration. Pendant la durée de l'ulcère, lorsqu'on enlevait l'appareil, la malade se plaignait toujours d'une douleur considérable, au contact de l'air atmosphérique. En même temps qu'on se servait du gaz acide carbonique, un seizième de grain d'acide arsénieux, préparé selon la formule du docteur Fowler, était donné trois fois chaque jour; mais, avant d'administrer ce médicament, non-seulement l'odeur de l'ulcère était moins fétide, mais sa surface montrait déjà une disposition à se couvrir de bourgeons charnus.

« Dans le second cas, il s'agit d'une femme de 57 ans dont la maladie commença dans le sein gauche, en mai 1791. L'ulcère existait déjà depuis plus de deux ans sa longueur était, en ce moment, de 6 pouces, sa largeur de plus de 4 1/5, et il augmentait constamment d'étendue. La douleur de cette ulcération était extrême et presque incessante; pendant une année, elle n'avait point laissé une nuit de repos à la malade, qui était d'une maigreur

squelettique et dont l'appétit avait disparu. Le 28 juillet 1794, l'acide carbonique fut appliqué sur l'ulcère, de la même façon que dans le cas précédent ; la malade éprouva, presque de suite, un abattement, de la douleur. Le 27 septembre (lorsque l'observation fut recueillie), la malade continuait à être parfaitement à son aise ; les forces étaient revenues, l'appétit était bon, le sommeil non troublé. Quoique la profondeur et la largeur de l'ulcère eussent considérablement diminué, cependant cela n'a point marché aussi facilement que dans le cas précédent. »

On aurait tort de voir, dans ces deux faits, des cancers guéris par l'application du gaz acide carbonique ; mais on ne saurait méconnaître l'action anesthésique de cet agent, et l'heureuse modification qu'il a imprimée aux surfaces malades. Il n'est guère possible de préciser la nature du premier ulcère qui s'est si heureusement guéri ; quant au second, il ne faut pas oublier que certains ulcères cancéreux, convenablement traités, peuvent diminuer, se cicatriser même, au-dessus du produit morbide qui leur sert de base.

Ces tentatives d'anesthésie locale ne furent point continuées, et c'est sans doute à la difficulté d'employer et de manier le gaz qu'il faut attribuer l'oubli dans lequel tomba cette médication.

L'emploi de l'acide carbonique sous forme de cataplasmes, d'injections, de bains liquides ou gazeux, a été recommandé par Percival, Magellans, Richter, Burdach, Sachs et d'autres (1), contre le cancer ouvert, surtout celui du sein, de la matrice et des intestins.

(1) Voyez Dobson, *l. c.*, page 197 ; — Cavallo, *l. c.*, page 72 ; — Schreger, *l. c.*, page 90 ; — Richter, *l. c.*, B., IV, page 170.

Le gaz carbonique produit non-seulement des effets détersifs et désinfectants sur les ulcérations carcinomateuses du col de cet organe; mais parfois cet effet va jusqu'à produire une sorte de cicatrisation, si bien que l'état de la malade semble un moment s'améliorer et marcher vers la guérison.

« Après les premières applications du gaz carbonique, la plaie cancéreuse prend une bonne apparence; le pus devient blanc, consistant et louable; la chair reprend une couleur vive. Mais malheureusement ces apparences sont trompeuses et bien loin encore de la guérison; l'ulcère revient et poursuit ses phases ordinaires (1). »

Disons-le de suite, on n'a jamais obtenu la guérison entière et complète du cancer par l'emploi de ce moyen. Cependant, lorsque, dans ces maladies, il y a une disposition marquée à la putréfaction, alors le gaz carbonique est très-utile comme *analgésique*, pour apaiser les vives douleurs qu'occasionne cette cruelle affection.

Eh! si, dans l'état actuel de la science, la guérison des maladies cancéreuses est au-dessus des ressources et de la puissance de l'art, est-il dit, pour cela, cependant, que les travaux de nos savants expérimentateurs ne parviendront jamais à atteindre le but?

N'est-ce pas déjà un immense service que d'épargner aux malades des souffrances atroces, que de supprimer l'odeur infecte et cadavéreuse qui s'exhale des plaies, ce qui est, pour les malades eux-mêmes comme pour ceux qui les soignent, un sujet de répugnance et de dégoût?

Pris à l'intérieur, sous forme de boisson gazeuse, il retarde les effets de l'absorption et de l'infection purulente;

(1) *Edinburg medical Dictionary*, art. *Cancer*.

appliqué à l'extérieur sous forme de cataplasmes ou de compresses imbibées d'eau gazeuse simple, ou mieux médicamenteuses, préparées avec le tan, le quinquina, etc., et chargées de gaz carbonique, il arrête, il limite la décomposition, il améliore l'aspect de la surface de l'ulcère et fait disparaître l'odeur infecte qu'il répand (les substances en fermentation sont très-convenables pour cet objet); cependant, si les ulcères carcinomateux sont très-enflammés et douloureux, l'emploi du gaz peut quelquefois avoir des inconvénients et pourrait augmenter le mal au lieu de l'améliorer.

M. Follin, ayant eu connaissance des résultats heureux obtenus par le professeur Simpson sur l'emploi des douches de gaz acide carbonique (voyez page 382), fit, de son côté, diverses expériences dans plusieurs cas de cancers de l'utérus.

« Mon premier essai, dit-il (1), a eu lieu sur une femme atteinte d'un ulcère cancéreux du col de l'utérus; cette femme, qui, depuis près de dix-huit mois que les premiers symptômes de son affection s'étaient manifestés, était en proie à de vives douleurs, dont elle n'était quelque peu soulagée que par l'emploi de narcotiques, présentait, à son entrée à l'Hôtel-Dieu, le 24 septembre dernier, l'état suivant : teinte jaune et décolorée des téguments, aspect cachectique, facies exprimant la souffrance; écoulement, par le vagin, d'une sérosité roussâtre, fétide. Le ventre est peu douloureux à la pression, et on n'y trouve point de tumeur. Par le toucher, on constate que le col utérin est volumineux; l'orifice, entr'ouvert et déchiré, laisse pénétrer le doigt dans la cavité du col. Au spécu-

(1) *Archives générales de médecine*, 1856, tome II, page 608.

lum, on constate que l'orifice du col est béant, et que les lèvres sont envahies par une ulcération qui en a déchiqueté les bords et qui pénètre dans la cavité. L'ulcération est à bords taillés à pic et saigne facilement. La malade se plaint d'élancements dans le bas-ventre qui lui ôtent tout repos.

« Pendant quelques jours on se borne à prescrire l'usage d'injections émollientes et narcotiques et une pilule d'opium.

« Le 29 septembre, cette femme souffrant considérablement, je pratique une injection de gaz acide carbonique. Au bout de quelques secondes, la malade, qui ignorait dans quel but on pratiquait cette opération, déclara, avec un ton d'agréable surprise, qu'*elle ne souffrait plus*. Le soir, les douleurs étant revenues, on pratique une nouvelle injection, qui les calme comme la première fois.

« Le lendemain 30, la malade a passé une nuit beaucoup plus calme que d'habitude ; elle souffre un peu seulement depuis le matin. Nouvelle injection qui la calme en peu d'instants.

« Du 1er au 5 octobre, on a pratiqué tous les soirs une injection, qui a calmé chaque fois presque instantanément les douleurs, et a procuré à la malade d'assez bonnes nuits; elle a pu dormir plusieurs heures, ce qui ne lui était pas arrivé depuis longtemps. Les injections n'ont, d'ailleurs, eu aucune autre influence appréciable sur l'état des parties. L'état général est resté le même ; il n'y a pas eu d'hémorragie abondante depuis que la malade est entrée à l'hôpital. »

« Un résultat plus remarquable encore a été obtenu dans un cas analogue. Une femme âgée de 50 ans, entrée le 26 septembre, pour un carcinome ulcéré du col de l'utérus, également accompagné de douleurs très-vives

qui la privaient de sommeil, a reçu une première injection d'acide carbonique le 30 septembre. Dès les premiers instants du dégagement du gaz, les *douleurs ont cessé*, et elles ne se sont reproduites que huit jours plus tard, le 8 octobre, pendant la nuit. Une nouvelle injection, pratiquée le lendemain, a procuré un *soulagement aussi rapide que complet.* »

« Sur une troisième malade, qui, après avoir subi l'ablation du col utérin, a vu son mal récidiver et ses douleurs renaître, la douche de gaz acide carbonique a eu un résultat aussi remarquable. Déjà, à l'aide de ce moyen, nous avons, chez cette femme, enrayé les douleurs un assez bon nombre de fois. »

Une anesthésie plus ou moins complète a été aussi obtenue en dirigeant du gaz acide carbonique sur un cancroïde de l'oreille, entre les lèvres d'un abcès qu'on venait d'ouvrir et sur une plaie très-douloureuse du doigt.

M. le docteur Ch. Bernard, suppléant de M. Andral à l'hôpital de la Charité, a fait aussi des expériences sur les injections du gaz carbonique dans plusieurs affections cancéreuses de l'utérus.

Voici le résumé (*Gazette des hôpitaux*, 1857, p. 569) des cas dans lesquels l'acide carbonique a paru produire le meilleur e ffe:

Chez une femme de 40 ans, atteinte d'ulcération cancéreuse du col de l'utérus, accompagnée de douleurs vives et lancinantes, des injections d'acide carbonique ont été pratiquées pendant plus de deux mois.

Les résultats de ces injections ont été la *disparition des douleurs*, une *diminution très-considérable de l'ulcération* et le rétablissement de la santé générale. L'amélio-

ration a été rapide chez cette malade; les douleurs ont cessé au bout de quelques jours, et en moins de trois semaines l'ulcération avait notablement diminué, au point que, lorsqu'elle est sortie de l'hôpital, il ne restait que deux ou trois bourgeons d'apparence suspecte. Quant aux effets généraux des injections, ils se sont bornés à un peu d'agitation et de malaise dans les derniers temps du traitement, plus de deux mois après que la malade était soumise à l'usage des injections.

Une deuxième malade, affectée de cancer de l'utérus de date ancienne, avec pertes abondantes et répétées, a éprouvé, sous l'influence des injections d'acide carbonique, une *diminution presque constante des douleurs*, mais sans aucun changement dans l'état physique des parties malades. Il y avait une vaste et profonde ulcération du col, sans altération ni du corps de l'utérus ni des parties voisines, et, malgré une anémie et une décoloration profondes dues à d'abondantes hémorragies, la santé générale de la malade était encore, relativement, assez bonne.

Les douches d'acide carbonique ont assez promptement calmé les douleurs, qui étaient excessivement aiguës; mais les pertes, qui sont revenues à plusieurs reprises et dont l'abondance a été souvent inquiétante, ont obligé à interrompre les injections gazeuses, qui ont été suspendues ou prises irrégulièrement pendant plusieurs mois. Du reste, loin de provoquer l'écoulement du sang, les injections ont paru, au contraire, quelquefois diminuer la perte ou tout au moins n'avoir sur elle aucune action excitante. Il ne s'est manifesté, pendant toute la durée du traitement, aucun malaise, aucun phénomène général tenant à l'absorption de l'acide carbonique. Quant à l'état

physique des parties, il n'a paru modifié en aucune manière; il n'a été ni aggravé ni amélioré.

Une troisième malade, atteinte, comme les deux autres, d'un cancer ulcéré très-avancé du col de l'utérus avec douleurs abdominales très-vives, a vu *disparaître rapidement et presque complétement ces douleurs* après quelques injections, sans qu'il soit survenu de troubles généraux, bien qu'il y eût une vaste surface d'absorption.

« En somme, dans tous les cas dont nous venons de donner une relation sommaire, l'acide carbonique a constamment produit son effet habituel. La pénétration du gaz dans le vagin, dit M. Ch. Bernard, a donné lieu à une sensation de fraîcheur, bientôt suivie d'une chaleur douce et pénétrante dans tout le bassin, et d'une *diminution* plus ou moins sensible des *douleurs* dont l'organe utérin était le siége. La diminution des douleurs s'est toujours *produite rapidement*, mais elle n'a jamais été de longue durée. Au bout de quelques heures l'amélioration était dissipée, et il fallait avoir recours à de nouvelles douches gazeuses pour combattre le retour des douleurs. Aussi, toutes les fois que des troubles généraux ne se déclaraient pas, les douches étaient répétées deux et même trois fois chaque jour. »

M. Monod a fait aussi des expériences à la maison de santé, en commun avec M. Demarquay, sur les propriétés anesthésiques, dans les maladies dont il est question ici, du *gaz acide carbonique*. Il en résulte que les injections d'acide carbonique ont calmé rapidement les douleurs causées par des cancers de l'utérus et les névralgies utérines (1).

(1) *Gazette des hôpitaux,* 1856, page 16.

« Ce calme, dit M. Monod (1), a été momentané; le soulagement peu persistant, il est vrai, mais *très-notable et digne d'être pris en sérieuse considération.* Quelquefois la disparition des douleurs a duré très-peu; d'autres fois l'influence des douches s'est prolongée pendant une partie de la journée, où les malades ont passé une meilleure nuit. *Dans tous les cas, les effets ont été favorables.* M. Monod a appliqué les douches d'acide carbonique sur des malades affectées de maladies organiques de l'utérus, de névrose utérine, et enfin sur une malade affectée d'un phlegmon du ligament large; le soulagement a été très-marqué dans les deux derniers cas. L'appareil employé par M. Monod pour administrer les douches utérines est l'appareil Briet ou Mondollot, qui sert à faire l'eau de Seltz dans les ménages. Le temps pendant lequel a été appliquée la douche gazeuse varie entre une demi-minute et une minute et demie.

« En résumé, dans les ulcérations résultant de la diathèse cancéreuse, celles du sein ou de l'utérus, par exemple, l'acide carbonique produit sur elles son effet analgésique détersif habituel : souvent il modère l'intensité des douleurs; quelquefois il améliore l'aspect de la plaie et semble en amener la cicatrisation, ainsi qu'on a pu le voir dans les expériences de Percival et de John Ewart.

« Plusieurs mois d'expériences journalières notées avec le plus grand soin ont donné une moyenne de trois succès contre un insuccès. Ces essais, faits sur une vaste échelle dans le service de M. Monod, où les cas nombreux de cancers utérins donnent une grande facilité d'expéri-

(1) *Gazette hebdomadaire*, 1856, page 799.

mentation, ne *laissent plus de doute* sur la valeur relative du gaz acide carbonique (1). »

Voici deux observations détaillées et fort importantes recueillies et rapportées par M. Le Juge :

« Nous avons recueilli, dit-il (2), plusieurs observations qui se rapportent à l'emploi de ce gaz dans les cancers utérins. Nous dirons ce que nous avons scrupuleusement observé dans ce genre d'affection, » et assurément, selon nous, lorsque l'usage de ce précieux agent thérapeutique sera bien connu des praticiens, bien expérimenté par eux, on l'emploiera usuellement dans ce genre d'affection redoutable, si douloureuse pour les malades, si pénible pour le médecin qui n'a pas de rôle actif à jouer en présence de cette maladie, rendue à une certaine période, et qui ne peut alors que soulager. Et l'on sait combien sont souvent impuissantes les ressources de la thérapeutique contre les douleurs qu'éprouvent les femmes atteintes d'un cancer de l'utérus, et surtout combien ces ressources s'usent promptement ! Nous avions vu employer souvent, dans ces cas-là, les narcotiques à l'intérieur et à l'extérieur, sous toutes les formes, souvent inutilement. « Aucun n'a l'action anesthésique de l'acide carbonique, à quelque période avancée que puisse être le carcinome. »

Cancer très-avancé du col de l'utérus; douleurs abdominales très-vives. — Injections d'acide carbonique; disparition rapide et presque complète des douleurs.

Une matelassière, âgée de 49 ans, entre à la Charité le 23 septembre 1857, salle Saint-Vincent, lit n° 1.

(1) M. Demarquay, *Union médicale*, 7 mars 1857.
(2) M. Le Juge, *Thèse*, 1858, page 28.

D'une bonne santé habituelle, elle a eu onze enfants, le dernier il y a quatre ans; toutes ses couches ont été bonnes; elle a toujours été bien réglée. Il y a dix-huit mois, elle eut une perte utérine très-abondante, qui n'a cessé que depuis six mois seulement. Depuis que l'hémorragie s'est arrêtée, elle a été prise de douleurs très-vives dans tout le bas-ventre, les aines, les cuisses; l'émission des urines est devenue parfois difficile, la marche est presque impossible maintenant, et la station même est la source de souffrances pénibles; il y a un écoulement très-fétide par le vagin. Au toucher, on trouve que le col utérin est détruit en partie; la lèvre antérieure a entièrement disparu; le doigt pénètre dans la cavité utérine.

Le 25 septembre, deux injections d'acide carbonique; la nuit est bonne.

Le 26, la malade affirme que les douleurs, qui paraissaient excessivement vives, ont été suspendues, et qu'elles ont même entièrement disparu. Le nombre des injections est porté à trois par jour.

Le 30, la disparition des douleurs persiste; la malade peut dormir, marcher sans souffrances, ce qu'elle n'avait pu faire depuis six mois.

Ulcération cancéreuse du col de l'utérus. — Injection d'acide carbonique; disparition des douleurs, rétablissement de la santé générale, diminution très-considérable de l'ulcération.

La nommée Joséphine L...., âgée de 41 ans, corsetière, entre à la Charité le 24 novembre 1856, salle Saint-Vincent, n° 14.

Elle n'a jamais fait de maladies graves. Il y a neuf ans,

elle fit une fausse couche; elle n'a jamais eu d'enfants. Depuis deux ans il y a de l'irrégularité dans le flux menstruel, sans qu'il y ait changement de coloration du sang des règles. Le 5 décembre 1855, elle eut une perte très-abondante qui dura quinze jours sans discontinuer; elle fut prise de douleurs à l'hypogastre, à la région lombaire, suivies de quinze jours d'accidents de péritonite, à la suite desquels elle ressentit des douleurs lancinantes dans le petit bassin pendant deux mois. Malgré trois cautérisations avec le nitrate d'argent, les douleurs sont toujours aussi vives. Entrée à l'Hôtel-Dieu le 1er octobre 1856, elle en sortit au bout de sept semaines, sans faire de traitement, et souffrant beaucoup. Au commencement de novembre, elle eut une seconde perte, bien plus abondante que la première, qui la jeta dans un état d'anémie et de faiblesse extrême.

A son entrée dans le service, on constate l'état suivant: amaigrissement, teint un peu jaune-paille, douleurs vives dans le bas-ventre, et surtout vers la fosse iliaque gauche. Le col de l'utérus, examiné au spéculum, est en grande partie détruit par une ulcération qui pénètre dans le col, rougeâtre, bourgeonnante, qui livre passage à un liquide sanguinolent très-fétide. Cette ulcération a l'aspect et la consistance d'un ulcère cancéreux. La perte continue et est assez abondante.

Le 25 novembre, deux injections d'acide carbonique; — sous l'influence de ces injections, la perte diminue dès le lendemain et s'arrête au bout de quelques jours; les douleurs s'apaisent, et dès le commencement de janvier 1857 elles ont presque disparu. L'état général est meilleur; quant à l'état local, examiné à l'aide du spéculum, tous les huit jours, on constate de semaine en semaine une

amélioration très-notable; l'ulcération diminue en étendue et en profondeur, les bords s'affaissent, les bourgeons s'effacent un peu.

Le 25 janvier, les deux parois opposées du vagin forment des brides qui se continuent avec le col ; ce dernier, réduit à un petit volume, offre encore dans son milieu une ulcération qui marche de plus en plus vers la cicatrisation.

Le 2 février, cette amélioration continue, le col est lisse, il y a encore quelques bourgeons rougeâtres à l'entrée de son orifice.

Le 6, les injections sont suspendues; elles avaient été commencées le 25 novembre; elles ont été suivies d'un soulagement très-marqué; elles ont occasionné une très-légère agitation.

Le 14, la malade demande à sortir. L'état général est très-satisfaisant, l'embonpoint est revenu, le teint est bon, le col est net et lisse, et n'offre plus que deux ou trois petits bourgeons rougeâtres dans l'orifice même du museau de tanche.

Nous n'avons pas la prétention de tirer de cette observation la conclusion que la malade a été radicalement guérie, qu'elle n'a plus de récidives à craindre, que la diathèse cancéreuse ne subsiste plus; mais nous pensons que les conditions d'amélioration de la santé générale et de la lésion locale sont assurément les plus favorables à la guérison dans les cas où celle-ci serait possible. L'emploi du gaz carbonique, en apaisant, en supprimant les douleurs atroces, en neutralisant, en annihilant l'odeur fétide et rebutante de l'ulcération, peut donc rendre encore les services les plus utiles et les plus précieux, et en pré-

venant les désastreux effets de l'infection et de l'absorption purulentes qui accélèrent la catastrophe.

« Nous rappellerons, dit M. Le Juge (1), l'action ***hémostatique*** que ce gaz nous a présentée; presque tous les cancers utérins que nous avons eus en traitement à la Charité étaient accompagnés d'un écoulement continu de sang ou de sérosité sanguinolente qui datait, dans plusieurs cas, du début de la maladie. Ces hémorragies continuelles, jointes à la diathèse cancéreuse, avaient épuisé les malades et les avaient rendues très-anémiques; sous l'influence des injections gazeuses, ces écoulements de sang s'arrêtaient, étaient remplacés par une sérosité roussâtre, qui, parfois, s'est trouvée elle-même suspendue; dans aucun cas, nous n'avons vu les hémorragies être provoquées ou augmentées; nous avons fait les mêmes remarques dans les cas de métrites accompagnées de métrorrhagies; dans ceux où les injections gazeuses ont été continuées malgré l'apparition des règles, et dans lesquels il n'y a eu ni suspension ni augmentation du flux menstruel. »

« Dans quelques cas, des injections gazeuses ont déterminé des accidents généraux qui ont parfois forcé d'en suspendre et d'en cesser l'usage. Mais il faut remarquer que chez l'une des malades, de tous les agents thérapeutiques employés pour calmer les vives douleurs qui la privaient de tout repos, c'est l'acide carbonique qui a le mieux réussi; de plus, qu'il y a eu encore chez cette malade une influence hémostatique sur les pertes qui survenaient plusieurs fois dans le mois.

« Les phénomènes généraux d'intoxication carbonique,

(1) Page 29.

qui sont survenus chez quelques malades, débutaient par un peu de céphalalgie frontale, des tintements d'oreilles, des étourdissements et un sentiment de fatigue générale. Ils se manifestaient dès la troisième ou quatrième injection; lorsqu'ils augmentaient, la céphalalgie devenait plus vive, les étourdissements plus marqués. A ces symptômes se joignaient des envies de vomir, des troubles de la vue, de la somnolence. Chez un de ces malades, les troubles généraux ont été assez intenses pour nécessiter la suspension des injections gazeuses; ce fut la seule malade qui ait été sérieusement affectée par ces troubles généraux; chez quelques-unes ils existèrent, mais à un degré bien moindre, et chez d'autres ils furent extrêmement légers.

« Notons qu'ils ont manqué chez la plupart de celles atteintes de carcinomes utérins ulcérés.

« Quant aux effets de ces injections gazeuses sur la circulation, nous en avons observé une augmentation légère dans quelques cas; sensible chez deux de nos malades, où les pulsations de l'artère radiale ont été augmentées de six à huit pulsations par minute; en outre, le pouls est un peu plus fort, plus vibrant. Nous avons constaté ces changements de pouls en l'observant avant que les malades prissent leurs injections et après qu'elles venaient de les prendre. Chez quelques-unes également, la face a été un peu plus colorée, surtout celles qui n'étaient pas trop affaiblies et anémiques.

« La plupart de nos malades ont aussi, au moment de l'émission du gaz dans le vagin, une sensation de fraîcheur d'abord, de légers picotements ensuite; puis une chaleur augmentant graduellement dans le vagin et dans tout le petit bassin; deux d'entre elles ont comparé cette chaleur à celle qu'elles avaient éprouvée étant jeunes

filles, en faisant pénétrer par les parties génitales la vapeur d'eau bouillante pour provoquer quelquefois le retour de leurs règles.

Plusieurs femmes malades ont éprouvé une sensation érotique au moment où elles prenaient ces injections; cette sensation a été, du reste, très-légère.

Notons enfin l'heureuse influence que les injections d'acide carbonique ont exercée sur *l'état général* des malades, en faisant cesser, bien entendu, les causes qui pouvaient lui nuire; elles arrivaient à l'hôpital pâles, affaiblies, amaigries, et le quittaient le visage coloré, avec de l'embonpoint, des forces, pouvant marcher et courir sans éprouver de l'essoufflement et des palpitations comme avant leur entrée.

« De quelle manière, dit M. Le Juge (1), expliquer ces différentes actions du gaz sur les tissus avec lesquels il est mis en contact? »

« Nous allons tâcher de répondre à ces différents points.

« Il agira comme antiphlogistique en enlevant, par ses effets anesthésiques, un des symptômes des inflammations, la douleur; après avoir soustrait ce signe fâcheux, il aura plus de facilité à agir comme modificateur des tissus de l'utérus hypertrophiés, ulcérés ou enflammés, comme excitateur du système musculaire; il imprimera de la tonicité aux fibres musculaires de l'utérus; elles se contracteront, l'action vitale se réveillera en elles, et on peut concevoir comment des hémorragies internes, pendant et après l'accouchement, pourront être suspendues, comment ces pertes, qui précèdent ou accompagnent les can-

(1) Page 35.

cers de la matrice, pourront être arrêtées sous cette influence excitatrice.

« On a observé aussi que les hémorragies liées au cancer utérin cessent ou deviennent moins fréquentes sous l'influence des injections d'acide carbonique; mais nous ne pensons pas, pour cela, que ce gaz possède une vertu *hémostatique* particulière. La diminution des hémorragies utérines, dans le cas dont il s'agit, tient seulement à l'amélioration produite sur l'ulcération cancéreuse, par suite de l'effet détersif et cicatrisant de ce gaz. »

Emploi de l'acide carbonique pour l'accouchement artificiel ou prématuré.

Dans un ouvrage de M. Brown-Séquard, intitulé *Experimental researches applied to physiology and pathology*, **1853**, page **117**, on lit : « L'utérus, pendant la grossesse, devient, chaque jour, plus irritable, et, lorsque son irritabilité a atteint un très-haut degré, la faible excitation produite par la présence de l'acide carbonique dans le sang suffit pour occasionner des contractions dans cet organe, qui, lorsqu'elles ont commencé, deviennent toujours plus fortes, grâce à des actions réflexes. »

S'appuyant sur les expériences de M. Brown-Séquard, qui ont fait connaître que l'acide carbonique provoque les contractions des muscles de la vie organique ; que les organes génitaux, longtemps exposés à l'action de cet agent, deviennent le siége de congestions assez intenses, que c'est même un moyen de combattre l'aménorrhée, M. Scanzoni a employé le gaz carbonique, au lieu d'ergot de seigle, dans le cas d'inertie de l'utérus, pour exciter le pouvoir contractile de cet organe et hâter la termi-

naison de l'accouchement naturel, et enfin comme moyen de provoquer artificiellement l'accouchement prématuré.

Voici l'observation de l'un des cas dans lesquels le procédé fut employé par M. Scanzoni :

D. S., 26 ans, primipare, menstruée pour la dernière fois le 26 mai 1855, reçue à la Maternité de Wurzbourg le 29 janvier 1856. Bassin bas et étroit. Le diamètre antéro-postérieur, qui, d'ordinaire, a de 4 pouces à 4 1/2, n'en a ici que 3 1/4 à 3 1/2. La portion vaginale du col avait 5 à 6 lignes, et l'orifice externe était fermé exactement. La tête du fœtus ballottait au-dessus de la portion antérieure de la voûte vaginale ; les bruits du cœur s'entendaient à gauche, et l'on sentait, à droite et en haut, près du fond de l'utérus, les extrémités du fœtus. La mère croit se trouver dans la trente-deuxième ou la trente-quatrième semaine de la gestation, et l'examen des organes génitaux confirme cette opinion. L'étroitesse du bassin, rendant l'accouchement à terme impossible sans l'aide de l'art, donnait l'indication précise de l'accouchement prématuré artificiel, et, pour le provoquer, M. Scanzoni résolut d'essayer l'emploi de l'acide carbonique.

Le 2 février, à huit heures du soir, l'appareil fut appliqué pendant vingt minutes pour la première fois, sans provoquer de modifications notables. Le 3, application, à huit heures du matin, pendant vingt-cinq minutes, et à huit heures du soir pendant une demi-heure. La femme ressentit, pendant que le gaz pénétrait dans le vagin, une sensation désagréable de picotements douloureux, et, pendant le jour, des élancements autour du nombril. Le soir, la portion vaginale du col était sensiblement ramollie ;

après une nuit bonne et tranquille, les élancements dans le nombril se répètent.

Le 4, l'appareil fonctionne une demi-heure le matin et une demi-heure le soir. Même picotement pendant l'application. Le col se dilate dans la journée de manière à permettre au doigt de sentir le segment inférieur de l'œuf. Pendant la nuit, douleurs vives et rayonnantes dans les aines et dans les reins; vers le matin, la main apposée sur l'abdomen suit des contractions marquées de l'utérus, qui, à vrai dire, cessent peu après.

Le 5 au matin, nouvelle application pendant une demi-heure, suivie du picotement ordinaire. L'orifice avait la dimension d'une pièce de 2 francs; il cédait aisément et se laissait facilement dilater avec le doigt. La sécrétion vaginale est notablement augmentée. Dans l'après-midi apparaissent les contractions douloureuses de l'utérus, qui augmentent peu à peu d'intensité. A six heures et demie du soir, la poche se rompt, et une heure après a lieu l'expulsion d'un enfant vivant pesant 1,350 grammes.

Pendant la délivrance, il se manifesta une légère hémorragie qui rendit nécessaire l'extraction du placenta un quart d'heure après la naissance de l'enfant; les suites de couches ne furent point troublées.

A part le picotement vaginal, qui semble n'avoir duré que pendant l'application du courant gazeux, l'emploi de l'acide carbonique n'a pas eu d'inconvénient sérieux, et il a agi assez énergiquement, puisque son action pendant trois heures trois quarts a suffi pour provoquer l'expulsion du fœtus.

Chez une autre dame qui avait perdu ses enfants dans deux couches précédentes, M. Scanzoni a provoqué aussi avec succès l'accouchement prématuré à huit mois au

moyen d'injections répétées de gaz acide carbonique dans le canal vaginal; mais ici l'acide carbonique n'agissait pas directement comme excitant spécifique de la contraction utérine, mais seulement d'une manière indirecte; en distendant le canal vaginal mécaniquement, ainsi que le montre le toucher, et en déterminant à la fin, de manière d'une simple injection d'eau ordinaire, la séparation des membranes d'avec le col de l'utérus.

M. le docteur Henry Dor, dans une note traduite et résumée par lui-même de sa thèse inaugurale, où il réunit bon nombre d'observations sur l'emploi de l'acide carbonique comme moyen pour produire l'accouchement artificiel (1);

M. Henry Dor s'exprime ainsi :

« Nous avons été chargé d'appliquer nous-même l'acide carbonique, dans un cas, pour combattre l'inertie de l'utérus, et dans l'autre pour provoquer l'accouchement prématuré.

« Nous ne pouvons pas ici entrer dans de longs détails. Il nous suffira d'indiquer que l'acide carbonique a été appliqué sous forme de douches locales, au moyen d'un petit appareil très-simple, composé d'un flacon à trois tubulures, dans lequel on faisait se développer l'acide, d'un autre flacon laveur au travers duquel se dégageait le gaz, et enfin d'un tube en caoutchouc terminé par une canule utérine adaptée dans un bouchon de liége fermant hermétiquement l'orifice d'un spéculum en verre opale. L'action du gaz fut, dans plusieurs cas, aussi prompte qu'évidente. Le succès fut complet dans les deux cas

(1) *Journal de la physiologie de l'homme et des animaux*, publié par M. Brown-Séquard, page 390, avril 1858.

d'inertie de l'utérus dans lesquels ce moyen a été essayé. Deux accouchements prématurés, l'un de M. Scanzoni (*Wiener Wochenschrift*, 15 mars 1856), et l'autre de M. Simpson (*Edinburg Monthly journal*, july 1856), ont parfaitement réussi au moyen de l'acide carbonique *seul.* »

« Dans quelques cas, dit M. Henri Dor (*Journal de M. Brown-Séquard*, année 1859), l'action de ce gaz ne fut pas assez puissante pour mener l'accouchement à bonne fin; mais, dans tous les cas, il provoqua des contractions très-manifestes, et contribua, dans tous, pour beaucoup aux résultats obtenus par d'autres moyens. Sur presque toutes les méthodes proposées jusqu'aujourd'hui pour l'accouchement prématuré, l'acide carbonique aura aussi l'avantage de sa parfaite innocuité. »

On peut voir, d'après tout ce qui précède, combien l'emploi du gaz acide carbonique dans les accouchements est bien digne de fixer l'attention des praticiens; c'est un moyen simple, d'une exécution facile, et qui est sans danger pour les malades. Son application paraît indiquée dans les cas d'inertie de l'utérus, dans les accouchements prématurés, dans les hémorragies qui suivent l'accouchement. Il est vrai que, dans ces derniers cas, il faudrait plutôt songer à des moyens plus certains et même encore plus prompts.

QUATRIÈME PARTIE.

DU MODE D'ADMINISTRATION ET D'EMPLOI DE L'ACIDE CARBONIQUE COMME AGENT MÉDICAMENTEUX.

Le gaz acide carbonique peut être employé comme agent thérapeutique sous divers états et de différentes manières :

1° A l'état de gaz sec et pur, froid ou chauffé, etc.;

2° Mélangé avec de l'air, de l'azote, du gaz hydrogène carboné, sulfuré, etc.;

3° Mélangé avec de la vapeur d'eau simple, avec des vapeurs d'eaux minérales ou de substances aromatiques, de chloroforme, etc.;

4° Dissous dans l'eau ordinaire ou des eaux minérales (eaux gazeuses, alcalines, chlorurées, sulfatées, iodurées, sulfurées, etc.).

On l'administre, 1° à l'extérieur,

Sous forme de bains généraux, partiels ou locaux, soit à l'état de gaz, soit en dissolution dans l'eau;

En douches, injections, irrigations, fomentations, applications, etc., comme tonique, résolutif, cicatrisant, désinfectant, analgésique, etc.

2° A l'intérieur,

Par les voies *respiratoires*, en inhalations, mélangé

avec beaucoup d'air, avec de la vapeur d'eau, de chloroforme, etc. ;

Par les voies *digestives*, sous forme de boissons gazeuses ou en injections dans la vessie, l'intestin, l'utérus, etc.

Nous commencerons par l'étude des eaux et boissons gazeuses, qui sont le mode d'emploi le plus généralement en usage de l'acide carbonique.

CHAPITRE PREMIER.

DES EAUX ET BOISSONS GAZEUSES.

Importance et utilité de l'acide carbonique dans les eaux potables.

Toutes les eaux potables doivent contenir et contiennent, en effet, une certaine proportion de gaz acide carbonique libre ou en dissolution, à l'état de bicarbonate.

Nous empruntons à un chimiste distingué, M. Jules Lefort (1), les considérations suivantes relativement à la présence et à l'utilité de ce gaz dans les eaux potables :

« Ce que les auteurs anciens ont appelé *eaux aérées*, dit M. Lefort, ne sont, par le fait, que des eaux saturées,

(1) M. J. Lefort, *Expériences sur l'aération des eaux et observations sur le rôle comparé de l'acide carbonique, de l'azote et de l'oxygène dans les eaux douces potables ;* Paris, in-4°, 1863.

en proportions notables et constamment variables, d'azote, d'oxygène et d'acide carbonique.

« On ne peut contester l'influence des éléments de l'air dans les eaux potables pour que tous les phénomènes de la digestion s'accomplissent avec régularité; et cependant on se demande si l'acide carbonique que toutes les eaux potables contiennent, partie à l'état de liberté, partie à l'état de combinaisons faciles à détruire pendant le travail de la digestion, ne jouerait pas un rôle supérieur à celui de l'oxygène et de l'azote.

« Dupasquier, dont on a, avec tant de raison, invoqué l'autorité dans la question des eaux de Paris, est le premier qui ait attiré l'attention des hydrologues sur le bicarbonate de chaux que contiennent les eaux douces; pour ce chimiste, le bicarbonate de chaux, maintenu en dissolution à la faveur d'un excès d'acide carbonique, agirait comme excitant pendant le travail de la digestion, à la manière des bicarbonates alcalins, et aurait de plus, pour effet, de fixer son élément calcaire dans le système osseux.

« Tout ce que nous savons de l'action et de l'utilité des eaux potables témoigne en faveur de l'opinion de Dupasquier; aussi les efforts d'une administration prévoyante doivent-ils tendre à fournir à la population de l'eau douce, riche en acide carbonique et assez chargée de bicarbonates pour que son rôle dans l'économie animale ne se borne pas seulement à délayer le bol alimentaire, mais encore à procurer au sang et aux autres parties de l'organisme les éléments minéraux dont ils ne peuvent se passer.

Si les éléments de l'air, proprement dit, jouent un rôle important dans les eaux douces potables, il est hors de

doute aussi que l'acide carbonique y est non moins indispensable que l'oxygène et l'azote; nous croyons inutile de rappeler avec quelle facilité l'estomac digère les eaux minérales bicarbonatées, quoique absolument privées d'air, mais qui renferment toujours un grand excès de gaz carbonique libre.

Une expérience décisive nous a prouvé que, sans acide carbonique libre et sans bicarbonates, les eaux douces cessent d'être potables; ainsi de l'eau de la Seine, bouillie et tout à fait privée d'oxygène, d'azote, d'acide carbonique libre et de bicarbonates, a été agitée à l'air pendant douze heures. Après ce temps, l'eau avait repris à l'atmosphère plus d'oxygène et presque autant d'azote qu'avant d'avoir été chauffée, et cependant elle n'a pu être digérée que très-difficilement; elle se comportait, en un mot, comme une eau lourde.

Ainsi l'oxygène et l'azote, restitués à de l'eau bouillie, n'ont pas servi à la rendre légère, c'est qu'il lui manquait de l'acide carbonique libre et des bicarbonates.

M. J. Lefort tire de ses recherches les conclusions suivantes :

1° Que, sous le nom d'eaux aérées, on ne doit pas entendre parler seulement des eaux saturées d'oxygène et d'azote, mais encore de celles qui sont chargées d'une quantité notable d'acide carbonique libre;

2° Que, dans les eaux potables, le gaz carbonique joue un rôle au moins égal, sinon supérieur, à celui de l'air proprement dit;

3° Que, sans acide carbonique et sans bicarbonates, les eaux saturées d'oxygène et d'azote deviennent lourdes et difficiles à digérer;

4° Que les eaux douces privées d'azote et d'oxygène,

mais saturées de gaz carbonique, sont facilement digérées;

5° Que, lorsque les eaux aérées sont exposées à l'air, elles tendent toujours à absorber du gaz carbonique ambiant, en même temps qu'un volume correspondant d'oxygène et d'azote est éliminé;

6° Que la filtration des eaux douces dans les fontaines ménagères les dépouille de la totalité de leur acide carbonique libre, en formant, avec la pierre calcaire poreuse et filtrante, du bicarbonate de chaux (1);

7° Que l'on doit attribuer à cette filtration et à cette élimination de l'acide carbonique libre la saveur légèrement fade qu'ont certaines eaux douces courantes, imprégnées d'une quantité très-notable de matières organiques solubles.

Il n'est pas douteux que les eaux douces, en abandonnant ainsi leur acide carbonique libre, ne perdent également l'une de leurs propriétés les plus essentielles, cette saveur agréable que l'on constate dans les eaux douces de sources, qui sourdent à une basse température des terrains granitiques ou dans les eaux minérales, saveur dite acidule et qui imprime au palais une fraîcheur caractéristique.

(1) Nous avons attribué, comme on le voit, cette séparation de l'acide carbonique à une cause tout à fait chimique. Nous devons ajouter, néanmoins, qu'elle peut être également mécanique : en substituant du sable fin à la pierre calcaire, on remarque que l'acide carbonique dissous dans les eaux s'en sépare de la même manière.

CHAPITRE II.

DES EAUX GAZEUSES EN GÉNÉRAL.

Elles sont de deux sortes : 1° naturelles; 2° artificielles.

1° La nature fournit abondamment, dans un grand nombre de points du globe, surtout dans les environs des terrains volcaniques, des quantités fort considérables d'eaux carbo-gazeuses, c'est-à-dire chargées naturellement d'une proportion plus ou moins considérable d'acide carbonique en dissolution dans ces eaux.

Les eaux carbo-gazeuses *naturelles* contiennent toujours en dissolution quelques principes minéralisateurs salins, métalliques, du fer, etc.

Les eaux carbo-gazeuses *artificielles* sont : A, *simples*, c'est-à-dire qu'elles contiennent seulement de l'acide carbonique en dissolution dans de l'eau pure; B, *minéralisées*, c'est-à-dire chargées, artificiellement, de divers principes en imitation des eaux minérales naturelles.

Ainsi les eaux gazeuses de Kissingen, de Nauheim, de Hombourg sont fortement salines, c'est-à-dire chargées d'une proportion considérable de chlorures, spécialement de chlorure de sodium.

Les eaux gazeuses de Carlsbad, de Marienbad, en Bohême, ont pour principal élément minéralisateur le sulfate de soude.

Les eaux de Vichy, d'Ems sont particulièrement minéralisées par le bicarbonate de soude.

Les eaux gazeuses de Saint-Galmier contiennent, par litre, 1gr,88 de principes fixes, dont 1gr,09 de magnésie.

Les eaux gazeuses de Spa, de Bussang contiennent une proportion notable de fer en dissolution.

L'eau minérale d'Aix-la-Chapelle (*Empereur*) contient tout à la fois des chlorures, des sulfates, des sulfures, de l'acide sulfhydrique et une proportion notable d'acide carbonique.

L'eau de Selters (chloro-carbonatée sodique) contient, par litre, 4gr,3 de substances fixes, dont 2.28 de chlorures et 1.9 de carbonates.

Ces substances y sont combinées dans de telles proportions, qu'il en résulte une boisson des plus agréables et des plus salutaires que l'on a cherché à imiter et que l'on vend sous le nom d'eau de *Seltz factice.*

Les eaux gazeuses naturelles les plus riches en gaz carbonique libre contiennent de 1 à 2 litres de gaz par litre d'eau prise au griffon de la source.

Les eaux très-riches en contiennent 700 centil. à 1 litre; au-dessous de 50 centil. elles ne présentent plus les caractères physiques des eaux *gazeuses* proprement dites.

Tableau comparatif de la quantité de gaz carbonique libre contenue dans un litre d'eaux minérales gazeuses.

	Centimètres cubiques.
Eau de Seltz artificielle.............	3 à 6,000
Hombourg.........................	1,835
Pyrmont..........................	1,638
Franzensbad......................	1,507
Châteauneuf, Soultzbach, Bussang...	1,500
Saint-Galmier.....................	1,200
Carlsbad.........................	1,130
Vals..............................	1,120
Seltz.............................	1,092
Spa, Pouhon.......................	1,025
Vichy, Cusset.....................	1,000

	Centimètres cubiques.
Marienbad	0,708
Ems	0,665
Châteldon	0,660
Nauheim	0,655
Pougues	0,330
Royat	0,210
Bourbon-l'Archambault	0,160
Aix-la-Chapelle	0,150

Le temps que met une eau minérale carbo-gazeuse exposée à l'air, pour se dépouiller de son gaz carbonique, n'est pas le même pour toutes les eaux qui tiennent une même proportion de gaz en dissolution.

Le gaz est plus ou moins bien dissous, plus ou moins lié à l'eau.

Certaines eaux naturelles ont la propriété de retenir et conserver leur gaz pendant plus longtemps que d'autres; cette *fixité* est, en général, une qualité précieuse pour les eaux.

Le degré de *fixité* du gaz dans les eaux apporte des modifications notables dans la valeur et les effets de ces eaux et dans le mode de leur administration. Moins le gaz est lié à l'eau, plus les effets de celle-ci sont faibles, passagers et fugaces; moins on doit attendre pour les boire, moins on peut les expédier au loin.

Exposées à l'air ou à l'action de la chaleur, les eaux carbo-gazeuses laissent dégager peu à peu leur gaz carbonique. Le fer et la chaux qu'elles contiennent, et qui étaient tenus en dissolution par l'acide carbonique, se précipitent au fond du vase ou viennent nager à la surface du liquide sous la forme d'une pellicule mince, irisée.

L'eau qui a perdu son gaz devient inodore et insipide; elle n'a plus alors les propriétés chimiques et médici-

nales qu'elle devait à la présence de l'acide carbonique libre.

L'eau gazeuse rougit faiblement le papier de tournesol ; elle détermine dans l'eau de chaux un trouble blanc qu'un excès du liquide fait disparaître sur-le-champ ; enfin elle perd tout le gaz qu'elle contient par son exposition à l'air, ou, dans le vide, par l'ébullition, par la congélation, et elle reprend alors toutes les propriétés de l'eau ordinaire.

Lorsqu'on débouche une bouteille d'eau saturée d'acide carbonique, aussi bien qu'une bouteille de cidre mousseux, de vin de Champagne, le gaz se dégage avec une vive effervescence, mais le liquide en conserve toujours environ deux volumes de plus qu'il n'en devrait retenir réellement sous la pression atmosphérique ordinaire. Aussi, lorsqu'on laisse tomber dans le liquide une croûte de pain, un morceau de papier chiffonné, ou un corps poreux quelconque, à l'instant l'effervescence recommence, et le liquide abandonne une nouvelle quantité d'acide carbonique. On peut répéter à plusieurs reprises cette expérience et obtenir chaque fois un nouveau dégagement. Il y a donc là une espèce d'équilibre instable dont on ne sait pas encore se rendre exactement compte.

Les eaux gazeuses naturelles le plus en usage et en réputation pour la boisson et la table sont celles de Selters, de Saint-Galmier, de Condillac, etc.

Le bourg de Selters, ou Nieder-Selters, dans lequel se trouvent les sources minérales d'eaux gazeuses qui portent ce nom, et, par abréviation, de Seltz, est situé dans le duché de Nassau, à 40 ou 45 kilomètres de Mayence et de Francfort. Ces sources, découvertes vers 1525, comblées pendant la guerre de trente ans, négligées jusque

vers le milieu du XVIII[e] siècle, sont aujourd'hui exploitées très-activement : on en exporte annuellement plusieurs millions de cruches.

Les eaux de Selters sont limpides, transparentes et très-pures, malgré le petillement et le bouillonnement continuels occasionnés par le gaz qui s'en dégage et s'élève sans cesse au-dessus de la source. Elles offrent tous les caractères des eaux minérales acidules; leur acidité est très-agréable, mais elles laissent sur la langue une saveur salée et légèrement alcaline, due aux sels qui s'y trouvent mêlés à l'acide carbonique, ce qui n'existe pas pour l'eau de Seltz simple.

L'eau de Selters se prend pure ou mêlée au vin; on la joint aussi au lait d'ânesse ou de chèvre. Elle augmente les selles, ainsi que la sécrétion urinaire.

Mêlée au vin, l'eau de Selters lui donne un goût particulier qui le rend agréable, et le petillant du vin de Champagne. Cette boisson vineuse excite la gaieté, donne à l'intelligence de la vivacité, de la netteté, et ne détermine pas l'ivresse.

CHAPITRE III.

DE LA PRÉPARATION ET DE LA FABRICATION DES EAUX CARBO-GAZEUSES ARTIFICIELLES ET DU GAZ ACIDE CARBONIQUE.

Priestley a enseigné, le premier, qu'il était possible de faire passer le gaz acide carbonique, provenant d'une effervescence quelconque, dans l'eau, et de le combiner avec celle-ci par la simple agitation, afin d'augmenter sa

saturation. Sa méthode pour faire l'eau gazeuse est fondée strictement sur ce principe, qui forme la base de tous les appareils connus et employés pour le même usage.

Dans plusieurs localités (Saint-Alban, etc.), où le gaz carbonique se dégage naturellement et en abondance du sol ou des sources d'eaux minérales, on l'utilise pour la fabrication des eaux et des limonades gazeuses en foulant le gaz carbonique dans l'eau à l'aide d'une pompe de compression.

En 1768, Love et Priestley ont imité également les eaux de Pyrmont, en soumettant directement l'eau pure, contenue dans un vase approprié à l'action du gaz, provenant de la fermentation de la bière. De plus, le docteur Love ajouta à l'eau, rendue gazeuse par ce moyen, un morceau d'acier poli, dont le contact ou l'oxydation produisit une eau réellement minérale et ferrugineuse.

Les eaux gazeuses simples, artificielles, improprement dites *eau de Seltz*, ne diffèrent de l'eau potable ordinaire que par l'introduction, dans ces eaux, d'une quantité d'acide carbonique qui représente environ quatre ou cinq fois son volume. La pression, équivalente à environ quatre atmosphères au delà de la pression ordinaire, retient le gaz tant que le bouchon reste solidement fixé ; mais, dès qu'il cède à l'excès de la pression intérieure, une grande partie du gaz s'échappe en projetant le bouchon et entraînant même une portion du liquide.

L'eau de Seltz *artificielle*, que l'on consomme aujourd'hui en si grande quantité, perd en moins d'une heure la presque totalité de son gaz, qui n'y adhère que faiblement, bien que la quantité du gaz soit très-forte, c'est-à-dire quatre à six fois le volume de l'eau, tandis que l'eau de Selters naturelle, qui ne contient guère qu'une fois son

volume de gaz carbonique, en retient et en conserve une quantité notable, après plusieurs heures d'exposition à l'air, dans les mêmes conditions.

On confond souvent ces deux sortes d'eaux factices, qui diffèrent essentiellement par leur composition chimique et leur emploi thérapeutique. Les fabricants français ont donné très-improprement le nom d'eau de Seltz artificielle à l'eau simplement gazeuse, ce qui a donné lieu à la confusion.

Voici les compositions de ces deux sortes d'eaux :

1° *Eau gazeuse simple* (formule du codex).

Eau pure........................	1 volume.
Gaz acide carbonique.............	5 volumes.

« Chargez l'eau d'acide carbonique au moyen d'un appareil de compression, et partagez la dissolution gazeuse dans des bouteilles d'une capacité de 625 grammes, que vous boucherez exactement, et que vous tiendrez couchées dans un lieu frais. »

2° *Eau de Seltz* (c'est-à-dire *Selters*) *artificielle* (formule du codex).

	Grammes.
Eau pure..............................	625,00
Acide carbonique (5 volumes).........	6,00
Chlorure de calcium cristallisé........	0,33
Chlorure de magnésium cristallisé.....	0,27
Chlorure de sodium....................	1,10
Carbonate de soude cristallisé.........	0,90
Phosphate de soude cristallisé.........	0,07
Sulfate de soude cristallisé............	0,05

« Faites dissoudre dans l'eau, d'une part les sels de soude, et d'autre part les chlorures terreux ; mélangez les liqueurs et chargez-les d'acide carbonique ; recevez l'eau

saline gazeuse, qui en résultera, dans des bouteilles que vous boucherez aussitôt.

« Cette eau gazeuse et saline est destinée à remplacer l'eau de Selters naturelle; elle est plus chargée d'acide carbonique, et sous ce rapport elle est quelquefois préférable. »

Anciennes compositions de l'eau de Seltz (Selters) artificielle.

3° Formule de MM. Tryaire et Jurine.

	Grammes.
Eau pure	750
Acide carbonique (5 fois le volume de l'eau).	
Carbonate de soude	2
Hydrochlorate de soude	11
Carbonate de magnésie	1

4° Formule de Swediaur.

Eau pure	25 litres.
Carbonate de chaux	8 grammes.
Carbonate de magnésie	32
Carbonate de soude	187gr,50
Hydrochlorate de soude	48gr,50
Acide carbonique	130 à 140 litres.

« Par suite de la quantité notable de sels que l'eau de Seltz (c'est-à-dire Selters) contient, elle jouit de propriétés médicamenteuses qui ne sont pas dues uniquement à l'acide carbonique. Ainsi on ne doit point lui substituer l'eau simplement acidule gazeuse, que l'on débite communément, comme boisson d'agrément, sous le nom d'eau de Seltz. On ne peut donc employer comme médicinale qu'une des eaux artificielles, dont nous donnons ci-dessus les formules nos 3 et 4. »

Aujourd'hui que la consommation des eaux carbo-gazeuses est devenue considérable et presque générale, on prépare ces eaux en grand, dans des fabriques spéciales, au moyen d'appareils fort ingénieux, qui ont été successivement inventés par le célèbre James Watt, Bramah, en Angleterre, et, en France, par MM. Planche, Soubeiran, Savaresse, Ozouf, Berjot, Hermann-Lachapelle et Glover, Gaffard, etc.

Les eaux gazeuses se font par deux procédés différents. Le premier est un système de fabrication *continue*, dans lequel une pompe aspirante et foulante vient puiser, dans des réservoirs séparés, l'eau et l'acide carbonique, pour les refouler ensuite dans un appareil fermé, sous une pression de quatre à six atmosphères.

Le second procédé est un système de fabrication *intermittent*, dans lequel l'acide carbonique est produit dans l'appareil même où doit se faire la saturation, et se dissout dans l'eau en raison de la pression qu'il exerce sur ce liquide.

Dans les deux cas, l'acide carbonique est produit par l'action de l'acide sulfurique étendu sur la craie.

On peut diviser ainsi qu'il suit les divers systèmes d'appareils industriels employés pour la fabrication en grand des eaux gazeuses.

1° Le système de Genève, de Cameron, de Vernaut, de Cox ou d'Ozouf, par la production intermittente ou interrompue de l'eau saturée de gaz, à l'aide d'un agitateur à palette mû à la main.

2° Le système de Barruel ou de Savaresse père, par la production intermittente ou interrompue de l'eau, saturée de gaz au moyen de l'agitation alternative du vase dans lequel elle est contenue.

3° Le système de Bramah, par la production continue de l'eau, saturée de gaz au moyen d'un agitateur tournant circulairement et mécaniquement.

Ce dernier système est le plus compliqué, mais le plus commode et le plus expéditif.

4° Le système Bakerwell, perfectionné par M. Gaffard, est portatif et peu coûteux; le gaz y est produit par l'action de l'acide sulfurique sur le bicarbonate de soude. Le prix de revient de la bouteille d'eau gazeuse n'est que de 2 centimes et demi. (*M. Rouget*, page 133.)

Nous ne pouvons entrer ici dans l'examen comparatif et détaillé de ces divers systèmes. Nous nous bornerons à indiquer quelques ouvrages dans lesquels on trouvera des renseignements suffisamment détaillés sur cet objet.

1° Le *Bulletin* de la Société pour l'encouragement de l'industrie nationale, qui contient un grand nombre de rapports et d'articles relatifs à la fabrication des eaux gazeuses.

				Pages.
Volume	21,	appareil de	Bramah	216
—	36,	—	Chaussenot	149-152
—	»	—	Selligue	383
—	38,	—	Vernaut	22
—	45,	—	Briet	270
—	»,	réclamation de	Savaresse	674
—	46,	appareil de	Berjot	243
—	»	—	Rousseau	171
—	49,	—	Ozouf	95,137,207
—	50,	—	Polge-Montalbert	429
—	54,	—	Sainte-Preuve	487
—	56,	—	Boulard	291
—	»	—	Bazet	766
—	58,	—	Greffier	763
—	60,	—	Warker	396
—	»	—	Abigeat de Burau	448

		Pages.
Volume 61, appareil de Berjot	....	129
— » — Bazet	....	382-599

2° Le *Manuel sur les eaux et boissons gazeuses*, par M. Rouget de l'Isle, publié par la librairie Roret; in-18, Paris, 1863.

3° Ph. Savaresse, *Notice sur la fabrication des eaux minérales gazeuses*.

4° Hermann, Lachapelle et Ch. Glower, *Des boissons gazeuses*; in-8°, Paris, 1861.

MM. Meschelink et Lionnet ont indiqué un nouveau mode de production industrielle de l'acide carbonique. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1860, p. 170, t. LI.)

Ce procédé, qui permet d'obtenir des quantités considérables d'acide carbonique presque sans frais, consiste à faire agir la vapeur d'eau sur le carbonate de chaux. On sait, en effet, que ce carbonate se décompose à une température d'autant plus basse qu'il est plus humide, et qu'il peut même perdre tout son acide carbonique, si on le chauffe à 100°, dans un courant de vapeur d'eau.

Des cornues en terre réfractaire remplies de craie sont placées dans un fourneau à réverbère. On élève la température selon le besoin. Ces cornues communiquent, par leur partie postérieure, avec un générateur à vapeur au moyen de tubes munis de robinets. Lorsque les cornues sont uniformément arrivées au rouge sombre, on ouvre les robinets de vapeur, et il se produit presque instantanément des torrents de gaz acide carbonique que l'on recueille dans un gazomètre (1).

(1) On n'a pas encore utilisé, à notre connaissance, pour la fabrication des eaux gazeuses artificielles ce procédé pour extraire l'acide carbonique du carbonate de chaux, sans acide,

100 kilos de craie peuvent fournir environ 20,000 litres de gaz.

Nous devons faire connaître ici les soins et les attentions qu'exige une bonne fabrication des eaux gazeuses.

Le premier soin, disent MM. Hermann et Lachapelle, du fabricant d'eau de Seltz est de se procurer de l'eau parfaitement pure, fraîche et abondante. C'est là le point capital de sa fabrication. Si c'est une source qui la fournit, il faut s'assurer de sa composition; si c'est une rivière ou un puits, il faut la filtrer avec soin et la tenir dans des réservoirs en pierre, en zinc ou en fer, qui la maintiennent fraîche.

Les eaux naturelles, même les eaux potables, des citernes, des sources et des rivières, renferment toujours des substances étrangères en dissolution. Ce sont ordinairement des gaz, des sels, des traces de matières organiques, de la silice, et principalement des carbonates et sulfates de chaux et de magnésie, du chlorure de sodium et de potassium, etc. Lorsque les substances salines sont en faible proportion, elles ne nuisent pas sensiblement à la bonne qualité des eaux; elles jouent, au contraire, un rôle utile dans la nutrition, en les rendant plus agréables à boire. Mais, lorsque leur proportion prédomine, surtout pour le sulfate de chaux et les sels magnésiens, il faut les épurer ou remédier aux inconvénients qu'ils en-

par l'emploi de la chaleur ou de la vapeur d'eau, procédé qui nous semble pouvoir être utilisé avec de grands avantages pour les établissements de bains de gaz.

N'est-ce pas à l'aide de moyens analogues que la nature fabrique ces quantités immenses de gaz carbonique qui sont exhalées du sein de la terre, surtout dans les environs des volcans?

traînent. La propriété des sels calcaires et magnésiens de décomposer le savon et d'ôter au liquide la faculté de mousser lorsqu'on l'agite fournit un moyen facile de reconnaître leur présence; c'est cette propriété qui rend impropres au blanchissage les eaux des puits de Paris. Il faut rejeter de la fabrication des eaux de Seltz toutes les eaux qui, mêlées à une dissolution savonneuse, ne produiraient point, par l'agitation, une mousse abondante et un peu persistante.

De nombreux systèmes de filtrage et de clarification ont été inventés et prônés; le meilleur et le plus simple, à nos yeux, est le filtre ascendant au charbon et au gravier.

Dans la fabrication en grand des boissons gazeuses, l'acide carbonique s'obtient par la décomposition d'un carbonate ou d'un bicarbonate par l'acide sulfurique ou chlorhydrique.

Du choix des bicarbonates et des carbonates dépendra déjà la qualité de l'eau de Seltz.

Le bicarbonate de soude donne un gaz très-pur, et plusieurs raisons militent pour qu'il soit employé de préférence aux bases crayeuses. En employant pour sa décomposition l'acide sulfurique, on obtient, comme résidu, du sulfate de soude fort recherché dans le commerce, et dont la vente rend presque nuls les frais de production du gaz.

Le bicarbonate de soude, composé de 2 équivalents (44) d'acide carbonique unis à 1 équivalent (32) de soude et 1 équivalent (9) d'eau, a donc un poids équivalent = 85; 100 parties d'eau en dissolvent 8 à froid.

« Lorsque l'on chauffe ce sel à 100° ou au-dessus, il laisse dégager la moitié de son acide carbonique; on met

à profit cette propriété, dans les laboratoires, pour obtenir un courant d'acide carbonique en chauffant à sec, et graduellement, le bicarbonate dans un tube. On obtient, du même sel, une quantité double d'acide carbonique, en l'attaquant par un acide plus énergique que l'acide tartrique. »

Les carbonates de chaux abondent dans la nature. La craie épurée et le marbre blanc sont les plus convenables.

Les craies, lorsqu'elles sortent de la terre, contiennent des sels et des substances terreuses dont il faut les débarrasser par des lavages et des séchages successifs. C'est ainsi qu'on obtient le blanc de Meudon, qui fournit un gaz très-pur et peu coûteux.

L'acide carbonique n'est pas toujours pur; il s'y trouve parfois des traces notables d'acide sulfhydrique, ou une odeur dite de marécage, provenant de matières vaseuses qui contiennent des substances putrescibles, et qui sont introduites avec la craie. Il doit être purifié par des lavages, qui ont lieu dans des tonneaux en bois, ou dans des cylindres en métal remplis d'eau.

La production de l'acide carbonique par l'acide chlorhydrique, avec le marbre ou avec la craie, doit être rejetée, de la manière la plus absolue, de la fabrication des boissons gazeuses. Malgré la précaution qu'on a de l'étendre d'eau, il répand toujours des émanations malsaines, à l'action desquelles nul métal ne résiste, et qui détériorent tout dans un laboratoire quelconque. Ces émanations, chose plus funeste, se combinent avec le plomb qui double les appareils et qui forme les tuyaux, de manière à donner naissance à des chlorures de plomb nuisibles à la santé. Elles communiquent de plus, au gaz acide carbonique, une odeur et un goût dont aucun lavage

ne peut le débarrasser, et qui rendent facilement reconnaissables les eaux de Seltz ainsi fabriquées.

Aussi, pour la préparation des eaux minérales factices, emploie-t-on de préférence l'acide sulfurique.

Le carbonate de chaux pur, entièrement saturé par l'acide sulfurique, doit fournir, chiffres ronds, 780 litres de gaz par litre de blanc (bouillie de craie), et saturer ainsi 78 litres d'eau, à la pression moyenne de 10 atmosphères.

Mais, dans la pratique, on doit tenir compte des différentes pertes, et forcer les dosages de près d'un tiers en plus, ou, ce qui revient au même, compter sur une production utile, en gaz, d'un tiers en moins.

L'opération du lavage est fort importante : d'elle dépend en partie la qualité de l'eau gazeuse, qui sera d'autant plus douce et plus agréable que le lavage aura été mieux fait. Il faut veiller à ce que l'eau soit toujours fraîche et jamais sursaturée, à ce que les laveurs soient dans un état de propreté parfait. Une légère quantité de bicarbonate de soude dissous dans l'eau l'aide grandement à neutraliser les gaz sulfureux.

Les bouteilles pour les eaux de Seltz, obligées de supporter une pression de 8 atmosphères, doivent être fondues et soufflées avec soin, et offrir, par leur forme et leur homogénéité, une résistance capable de supporter impunément cette pression, presque doublée par le mouvement, l'agitation, auxquels elles seront fatalement exposées. Pour les vases siphoïdes, cette pression est double; aussi demandent-ils de grands soins de fabrication, et ne doit-on les employer qu'après essai préalable.

Le système siphoïde doit être des plus simples et facile à mouvoir du doigt, n'exiger que peu de pression et fonctionner sans intermittence. On doit moins rechercher l'élé-

gance de sa forme que la solidité et la facilité du mécanisme. Celui-ci doit être en étain le plus pur, n'avoir que peu ou point de caoutchouc en contact avec l'eau, et être fondu d'un seul jet, sans soudures, qui présentent toujours moins de résistance aux fatigues de l'emplissage.

« Des eaux rendues gazeuses par l'acide carbonique, dit M. Payen, ont été altérées par suite de leur contact avec des tubes et des garnitures en plomb ou en alliage, contenant de 10 à 18 de ce métal pour 82 à 90 d'étain; une petite quantité d'oxyde de plomb, formé alors sous l'influence de l'oxygène de l'air, se transforme en carbonate de plomb, dissous en partie dans le liquide et en partie précipité. Ce composé vénéneux, à une certaine époque, peut, surtout à la longue, occasionner des accidents graves. Heureusement, l'autorité a prohibé l'usage des alliages plombifères; il faudrait, toutefois, se défier des appareils *anciennement confectionnés.* »

Situation de l'industrie des eaux gazeuses en France.

« En 1832, il n'y avait encore, à Paris, que quatre ou cinq fabricants d'eaux gazeuses, et 500,000 bouteilles suffisaient à la consommation.

« En 1840, on consommait 2 millions de bouteilles dans le département de la Seine; en 1851, il en fallait 5 millions. En 1861, la consommation s'est élevée à 20 millions de siphons, et l'on comptait une centaine de fabricants. En même temps, la production des départements n'a pas été moindre de 35 millions; c'est donc, en tout, 55 millions de siphons fabriqués annuellement en France (1).

(1) Et cette quantité va toujours augmentant, il faut encore y ajouter une quantité considérable de bouteilles d'eau

« Le prix de revient de chaque siphon est de 0 fr. 10 c.; le prix de vente en gros, tant pour les siphons de limonade que pour ceux d'eau de Seltz, de 0 fr. 20 c. Le débitant les revend au prix de 0 fr. 40 c. ; c'est donc une somme de 22 millions de francs consacrée à l'achat des eaux gazeuses, dont les trois quarts, soit 16 millions et demi, forment les bénéfices des fabricants et détaillants.

« Pour avoir un tableau complet du mouvement des affaires auxquelles donne lieu cette industrie, il faut encore ajouter qu'annuellement on livre 150 grands appareils de fabrication au prix de 1,800 francs chacun, ce qui produit une dépense de 270,000 francs, plus 2 millions de vases siphoïdes à 2 fr. 50 c. la pièce, ce qui fait, en outre, 5 millions de francs, sans compter un grand nombre de petits appareils de ménage. »

« Après la France, c'est l'Italie qui fait la plus grande consommation d'eaux gazeuses. Viennent ensuite l'Espagne et l'Amérique méridionale, où l'acide carbonique, dissous dans les boissons, paraît agir favorablement contre les maladies spéciales qui ravagent ce pays. » — *Rapport du jury international de l'Exposition universelle de* 1862. (*M. Barral.*)

Préparation ménagère de l'eau gazeuse, artificielle.

Venel a indiqué, le premier, la composition des matières propres à préparer facilement l'eau de Seltz. Sa recette consiste à introduire dans une pinte d'eau (1 litre) 2 gros (8 grammes) de sel de soude (carbonate de soude), et d'autant d'acide marin (acide chlorhydrique).

gazeuse préparée dans les ménages et les maisons particulières, au moyen des petits appareils gazogènes domestiques. H.

On prépare cette eau gazeuse dans une bouteille bien résistante et remplie préalablement, aux quatre cinquièmes environ, d'eau potable; on verse dans la bouteille : 1° un paquet de 5 grammes de bicarbonate de soude pulvérisé; 2° un autre petit paquet contenant 5 grammes d'acide tartrique pulvérisé.

On ferme aussitôt avec un bouchon, que l'on maintient à l'aide d'une forte ficelle. On agite la bouteille pendant quelques minutes. La décomposition s'opère au sein du liquide, qu'on boit avec les poudres décomposées.

Inconvénients de cette eau. Ce procédé, très-simple et économique, est cependant sujet à un inconvénient qui peut avoir de la gravité. L'acide tartrique, qui, en s'unissant à la soude du bicarbonate, a dégagé l'acide carbonique gazeux, reste dans le liquide, combiné à l'état de tartrate de soude. La présence de ce sel, légèrement purgatif, dans une boisson dont on fait journellement usage, pourrait, à la longue, exercer une action défavorable sur la santé, particulièrement chez les personnes qui auraient les organes de la digestion affaiblis; il est prudent de ne pas faire un usage habituel d'une boisson qui n'est pas exempte d'inconvénients chez beaucoup de personnes.

Pour peu que l'eau employée ne soit pas aussi pure que l'eau distillée, qu'elle contienne, comme cela se voit dans les eaux naturelles potables, des sels de chaux, de la magnésie, des sulfates, du fer, etc., des composés plus drastiques et même des sels émétiques viennent compléter les propriétés du tartrate de soude. On comprend, dès lors, quels effets ces prétendues eaux de Seltz doivent produire sur l'organisme et combien il faut se garder de les employer comme boisson pour les malades. Leur goût al-

calin les rend désagréables; elles décomposent presque toujours le vin auquel on les mêle.

Bergmann, avec cette habileté et cette sagacité qui en firent l'un des plus grands chimistes du siècle dernier, avait déjà reconnu les inconvénients que nous venons de signaler. Il préparait dans un flacon spécial l'acide carbonique qu'il appelait l'air fixe et lui faisait traverser plusieurs flacons remplis d'eau avant de le mêler aux eaux qu'il voulait rendre acidules.

Pour remédier aux inconvénients inhérents aux anciens appareils, on a inventé des appareils gazogènes dans lesquels les poudres gazeuses sont placées dans un compartiment autre que celui qui contient le liquide destiné à être consommé en boisson.

Tout le monde connaît aujourd'hui ces petits appareils domestiques ou de ménage pour préparer sur les tables mêmes l'eau gazeuse. C'est à MM. Chaussenot aîné, Briet, etc., que sont dus l'invention et les principaux perfectionnements de ces appareils, fort utiles, qui sont répandus partout.

Appareils gazogènes. — Deux vases sont accolés ensemble et communiquent entre eux par un tube; — dans le plus petit des vases s'opère, dans une certaine quantité d'eau, la décomposition des poudres; — le gaz qui s'en dégage est refoulé par sa propre pression dans le tube et arrive dans l'autre vase où il sature l'eau qu'il contient et la rend ainsi gazeuse. Évidemment, cette manière de faire l'eau de Seltz est supérieure à celle qui était employée autrefois, et les appareils fort ingénieux, fort élégants et économiques figurent bien sur une table. Ils ont un mérite réel, mais ce n'est pas encore là de l'eau de Seltz pure, suffisamment saturée et ne contenant d'autre

principe que l'acide carbonique qui l'acidule. Le gaz, en se dégageant, aurait besoin, pour être purifié, des lavages qu'il subit dans la préparation en grand; il entraîne quelquefois avec lui, outre des principes gazeux étrangers, une quantité petite de liquide saturé de tartrate de soude et des autres sels purgatifs que nous avons signalés.

Dans les appareils seltzogènes, de Briet, Mondollot, Faivre, Bazet, etc., on dose les poudres de la manière suivante, en calculant par bouteille ordinaire, de la contenance de 625 grammes (mesure usuelle).

	Grammes.
Acide tartrique en cristaux granulés....	12
Bicarbonate de soude..................	15

Ou par litre d'eau à gazer, défalcation faite du vide dans l'appareil.

	Grammes.
Acide tartrique granulé................	15
Bicarbonate de soude..................	18

Ce dosage est généralement suffisant et adopté; mais, dans la pratique usuelle, surtout en été, on augmente chaque substance de 3 gram. en plus (*M. Rouget*, p. 226).

On emploie aussi des poudres dans lesquelles le bisulfate forme l'agent essentiel de la décomposition du bicarbonate et remplace l'acide tartrique.

Ces poudres ne doivent jamais être mélangées avec l'eau destinée à être consommée pour boisson.

Eau alcaline gazeuse (formule du codex).

	Grammes.
Eau pure..............................	625
Gaz acide carbonique..................	6
Bicarbonate de potasse................	4,5

Faites dissoudre le sel de potasse dans l'eau, chargez d'acide carbonique et mettez en bouteilles.

Eau de soude carbonatée (*soda water*)
(formule du codex).

	Grammes.
Eau pure..............................	625
Gaz acide carbonique (5 volumes).....	6
Bicarbonate de soude................	1

Opérez comme pour l'eau alcaline gazeuse.

Des boissons gazeuses.

Toutes les boissons aqueuses, vineuses ou spiritueuses peuvent être rendues gazeuses par l'addition de l'acide carbonique. On cherche aujourd'hui à donner aux vins blancs le goût petillant du champagne ; l'usage des limonades gazeuses s'étend même jusqu'aux habitants des campagnes auxquels ces boissons agréables font presque oublier l'habitude du vin, en ne produisant point cette ivresse grossière qui terminait trop souvent leurs soirées du dimanche.

L'effet des eaux gazeuses de table est d'exciter et de faciliter la digestion, surtout lorsqu'elle se fait avec peine, et de flatter agréablement le palais. Dans les eaux gazeuses naturelles, le gaz se trouve en dissolution plus intime, l'acide carbonique fait corps avec le liquide et s'y conserve, du moins en grande partie, et pendant longtemps, lorsqu'on a débouché les vases qui les contiennent; mais dans les eaux factices, au contraire, le gaz s'en dégage plus rapidement.

L'acide carbonique, en communiquant sa piquante saveur à l'eau, en forme une boisson fort agréable et en même temps salutaire. Mêlée au vin ordinaire, l'eau gazeuse a la propriété de le rendre non-seulement plus potable, mais encore de lui donner un bouquet qui ajoute

singulièrement à sa qualité ; elle rafraîchit et restaure sans irriter, dissipe les embarras d'estomac et facilite la digestion, car le gaz acide carbonique qui la sature la rend éminemment propre à cette opération par la chaleur qu'il détermine dans l'estomac. L'eau gazeuse se mêle mieux aux aliments que l'eau pure, elle les divise et favorise notablement la formation du chyme.

L'introduction de l'eau de Seltz dans la consommation publique est une des conquêtes de l'hygiène moderne ; c'est un bienfait pour la société, une cause de bien-être. Les boissons gazeuses étanchent très-bien la soif et contribuent à la nutrition en favorisant l'acte de la digestion.

On doit s'applaudir de ce que l'usage de cette boisson se répande dans les populations ouvrières, puisqu'elle introduit l'habitude d'étendre le vin avec l'eau dite de Seltz, ce qui diminue ou annule les propriétés enivrantes, tout en donnant à la boisson une saveur piquante et agréable due à l'acide carbonique, tandis que l'eau simple rendait, jusqu'alors, la boisson trop fade pour être du goût des mêmes consommateurs.

L'eau de Seltz offre au pauvre une boisson rafraîchissante, tonique, qui trompe agréablement son palais sur la qualité des vins dont il s'abreuve ; elle aide son estomac à digérer une nourriture grossière et peu appétissante.

L'usage, de plus en plus répandu, de cette boisson a pour effet de détruire aussi les habitudes d'ivrognerie. L'ouvrier préfère aujourd'hui, aux boissons alcooliques, poisons abrutissants, le vin, qui, largement trempé d'eau de Seltz, acquiert une saveur piquante, chatouille agréablement le palais et satisfait l'estomac. L'intelligence et le corps de l'homme s'en trouvent mieux ; il quitte la table

reposé, rafraîchi, restauré, les membres allégés et le cerveau libre.

« Buvez-en donc, dirons-nous avec M. Payen; en en mettant dans votre vin, vous en détruisez la partie malfaisante, vous vous rafraîchissez, vous vous fortifiez l'estomac, et enfin vous évitez l'ivrognerie, qui est la plaie de votre bourse et la ruine de votre santé, et la principale cause de nos malheurs domestiques. »

La boisson gazeuse la plus commune, la plus répandue, et peut-être la meilleure, c'est la limonade; elle est acidulée par l'acide citrique ou tartrique, et aromatisée avec de l'alcoolat de citron.

Le suc du citron ou du limon, mélangé avec de l'eau gazeuse simple, donne une limonade ou boisson acidule rafraîchissante des plus agréables. C'est une excellente boisson pour les climats chauds, où la nature semble prodiguer ces fruits acides et rafraîchissants pour contre-balancer les inconvénients d'une température trop ardente.

Formule usuelle de la limonade gazeuse.

On introduit, dans chaque bouteille de la contenance de 675 grammes, 75 grammes de sirop usuel de limons et on la remplit ensuite avec l'eau gazeuse. Lorsque la bouteille est bouchée, on l'agite afin d'opérer le mélange.

Limonade sèche française (codex).

On mélange 1 gramme d'acide tartrique avec 30 grammes de sucre aromatisé avec de l'essence de citron. Une cuillerée de ce mélange dans un verre d'eau ordinaire ou mieux d'eau gazeuse simple donne à l'instant une boisson acidulée très-agréable.

Limonade sèche des Anglais.

La poudre que les Anglais emploient sous le nom de limonade sèche pour préparer instantanément leur *soda-water* est un mélange de 15 grammes de sucre en poudre, de 1 gramme

de bicarbonate de soude et de 3 grammes d'acide citrique. On fait dissoudre ce mélange dans 500 grammes d'eau froide.

On peut varier à l'infini le goût des limonades, en joignant au sirop et aux acides les divers alcoolats aromatisés dont on fait usage dans la fabrication des liqueurs et même des parfums, et reproduire ainsi les mille saveurs des fruits et des parfums des fleurs, en leur donnant en plus le petillant qui caractérise les boissons gazeuses. Les sirops les plus en usage sont ceux d'*orangeade* et de *grenadine*.

On prépare le sirop d'orangeade en se servant d'un alcoolat d'orange, et l'on dose en mettant 15 grammes d'alcoolat dans un litre de sirop de sucre ordinaire acidulé avec de l'acide tartrique ou citrique.

Le sirop de grenadine est artificiellement formé par un mélange à dose égale d'alcoolat de citron et d'alcoolat d'orange. Voici la proportion pour 100 litres de boisson gazeuse :

Sirop de sucre acidulé...........	1 litre.
Alcoolat de citron................	8 centilitres.
Alcoolat d'orange................	8 centilitres.

Soda.

On le prépare le plus ordinairement avec un sirop composé de deux parties de sirop de sucre simple et d'une partie de sirop de groseilles framboisé. Le consommateur met lui-même, dans un verre un peu grand, la quantité qui lui convient de ce mélange, sur lequel il verse directement de l'eau gazeuse contenue dans un siphon.

Grogs mousseux.

On peut aussi facilement fabriquer des boissons gazeuses alcooliques que des boissons aqueuses ordinaires; il s'agit simplement de mélanger au sirop une quantité proportionnée de la liqueur dont on veut donner à l'eau le goût et les propriétés. Si, par exemple, on veut préparer un grog mousseux, on met pour chaque litre d'eau gazeuse 10 centilitres de sirop de limonade et 5 centilitres d'eau-de-vie de Cognac. Pour un grog américain, on remplace tout simplement le cognac par du rhum de bonne qualité.

Vins mousseux.

On rend mousseux, naturellement, les vins blancs en les mettant en bouteilles trois ou quatre mois après la vendange, après les avoir bien soutirés à plusieurs reprises, avant que le sucre qu'ils contiennent ne soit entièrement décomposé, et que la fermentation, qui donne lieu à la production et au dégagement du gaz carbonique, n'ait cessé.

Procédé pour rendre les vins artificiellement gazeux ou mousseux.

« C'est une chose fort importante, dit M. Mialhe, que le choix des vins destinés à être rendus mousseux. Tous ne supportent pas également bien la présence de l'acide carbonique. Ceux qui, rendus gazeux, m'ont paru se rapprocher le plus des vins de Champagne sont ceux de Bourgogne et ceux d'Anjou, ces derniers exempts de tout arrière-goût de terroir. L'expérience m'a également appris que, pour obtenir des vins mousseux qui demeurent exempts de tout dépôt, il est indispensable de n'opérer que sur des vins déjà vieux et parfaitement dépouillés. »

L'appareil gazoteur employé par M. Mialhe est celui de Bramah, sauf la précaution essentielle que l'auteur a eue de le faire doubler en argent, afin d'éviter qu'il ne soit attaqué par les acides du vin, ce qui aurait eu lieu indubitablement s'il avait été construit comme ceux qui sont en usage pour fabriquer les eaux gazeuses. M. Mialhe a, en outre, ajouté à l'appareil un robinet dit à *soupape digitale.*

« Comme la pureté de l'acide carbonique est une chose absolument nécessaire pour obtenir un résultat satisfaisant, il faut préparer ce gaz avec l'acide sulfurique le plus pur possible et la craie, et il faut avoir la précaution de le laver avec le plus grand soin, en lui faisant traverser une vaste dissolution faible de potasse caustique.

« Une fois le vin choisi et l'acide convenablement préparé, il faut introduire le vin dans le réservoir de l'appareil. A ce moment, le manomètre placé sur le haut du tonneau doit marquer une pression inférieure à cinq atmosphères. S'il marquait une pression moindre, il faudrait y pomper d'autre gaz. Si, au contraire, la pression était plus forte, il faudrait la ramener au

degré indiqué en ouvrant une soupape. Cela fait, on commence l'embouteillage en continuant à pomper assez de gaz pour maintenir le tonneau toujours à peu près plein et marquant cinq atmosphères de pression, ce à quoi on parvient assez facilement en ouvrant ou fermant plus ou moins les robinets des conduits pour l'arrivée du vin et du gaz, suivant qu'on désire que l'écoulement de l'un ou de l'autre soit plus grand.

« Tel est le moyen à suivre pour se procurer un vin mousseux sec. Si, au contraire, on désire avoir un vin plus ou moins sucré, comme le sont ceux de Champagne, il faut, au préalable, faire dissoudre dans le vin de 32 à 65 grammes de sucre candi, et opérer ensuite comme il vient d'être dit. »

Des eaux gazeuses considérées comme médicament.

Nous avons suffisamment énuméré, dans le cours de cet ouvrage, les propriétés physiologiques et thérapeutiques du gaz carbonique, pour qu'il soit nécessaire d'y revenir ici.

Les propriétés générales de l'acide carbonique, soit gazeux, soit en dissolution sont toujours les mêmes.

L'action de l'acide carbonique en dissolution dans l'eau ne diffère point essentiellement de celle qu'il possède étant à l'état gazeux, car le gaz ne tarde pas à s'échapper du liquide, pour venir s'attacher, sous la forme de petites bulles, aux parois des organes sur lesquels on l'applique.

Les vertus curatives de ces eaux ont été depuis longtemps reconnues par Hoffmann, Zimmermann, Hufeland, etc.

Administrées sous forme de bains généraux ou locaux, en douches, en injections, sous forme de topique ou de cataplasme, les eaux gazeuses ont, de même que le gaz carbonique, une action 1° d'abord légèrement excitante, stimulante, puis calmante, sédative, analgésique.

2° Elles sont résolutives, détersives, cicatrisantes, sur les plaies, les tumeurs et les ulcérations. Voyez p. 227 et suiv.

En injection dans le canal intestinal, dans le vagin, la matrice, les eaux carbo-gazeuses favorisent les évacuations, guérissent les hémorroïdes, les écoulements muqueux, les fleurs blanches, rappellent les règles, et font quelquefois cesser la stérilité, lorsqu'elle est due à une atonie générale. Voyez pages 231, 297 et 330.

L'action particulière qu'exercent les eaux carbo-gazeuses prises intérieurement, et avec la modération convenable, est des plus bienfaisantes et des plus salutaires.

Dans l'état de santé, cette boisson rafraîchissante, apéritive, diurétique, excite la sensibilité propre des organes, augmente l'appétit, les forces digestives, l'assimilation, le mouvement péristaltique des viscères.

Son action se porte sur le sang lui-même, dont elle modifie l'état chimique et les qualités, et peut aussi modifier la nature de certains dépôts qui constituent la goutte, la pierre, la gravelle, etc.

« Lorsque l'eau est chargée de deux à trois fois son volume de gaz acide carbonique, qu'elle a une saveur aigrelette, elle est transparente. Prise le matin, à la dose de plusieurs verres, elle combat avec efficacité l'irritation, la phlogose des voies alimentaires et dissipe les accidents que ces lésions fomentaient.

« Administrée à des malades qui ont des gastrodynies par accès, des rapports aigres, des vomituritions, surtout à jeun, des chaleurs et des picotements dans l'estomac, un teint jaunâtre, altéré, une maigreur progressive, etc., en un mot une dégénérescence déjà bien avancée des tissus

gastriques, l'eau gazeuse éloigne d'abord la plupart des accidents et même les fait cesser (1). »

« On emploie spécialement l'eau gazeuse simple contre les vomissements nerveux et contre ceux qui dépendent d'une affection organique et chronique de l'estomac. Les femmes enceintes qui ne peuvent supporter aucune espèce d'alimentation se trouvent très-bien aussi de son emploi. C'est sur le dégagement du gaz qu'est fondé l'emploi de la potion antiémique de Rivière.

« La dose ne saurait être précisée ; cependant, chez les sujets affaiblis ou d'une grande susceptibilité, elle peut déterminer une surexcitation des voies digestives, des vertiges et même l'ivresse. Dans ces cas, il est bon de la couper avec des liquides mucilagineux. Le plus souvent on l'édulcore avec un sirop d'oranger, de groseille ou de limons, et l'on obtient une boisson très-agréable et très-rafraîchissante. » (M. *Casenave.*)

« On l'administre avec le plus grand succès dans les fièvres bilieuses et adynamiques, le scorbut, les flueurs blanches, les ménorrhagies passives, la leucorrhée constitutionnelle, dans la gravelle, etc. Hufeland regarde l'eau de Seltz comme la seule qu'on puisse donner aux malades atteints de la phthisie catarrhale ou muqueuse, sans craindre d'irriter la poitrine.

« Les eaux minérales carbo-gazeuses naturelles et factices sont un excellent diurétique ; elles sont également rafraîchissantes et antispasmodiques. Elles peuvent être employées avec le plus grand succès pour prévenir la formation du gravier et pour favoriser la dissolution de celui

(1) Barbier, *Matière médicale.*

qui est déjà formé. *Nous avons vu* souvent, dit *Orfila* (1), certaines douleurs néphrétiques calculeuses très-aiguës diminuer singulièrement d'intensité par l'usage de ce médicament. Il convient encore dans tous les cas où les acides affaiblis sont indiqués. »

L'action générale des eaux carbo-gazeuses simples, abstraction faite des substances salines qu'elles peuvent contenir, peut se résumer ainsi qu'il suit :

a. Elles sont stimulantes et vivifiantes sur les divers systèmes d'organes, et spécialement sur les nerfs; mais cette action est passagère et fugace. Prolongée pendant quelque temps, cette action devient sédative, analgésique; en un mot, les eaux gazeuses diminuent la torpidité ainsi que l'éréthisme; elles rafraîchissent, calment et apaisent les douleurs de diverses natures.

b. Elles stimulent particulièrement les organes sécréteurs et excréteurs, et favorisent le jeu de leurs fonctions. Par suite d'un usage prolongé de ces eaux, leur action devient très-pénétrante; elles activent la résorption, modifient la qualité des liquides et même les proportions matérielles des parties solides de l'économie; à cause de cela, elles favorisent la résolution des produits de nature morbide ou anormale, dissolvent et détruisent les fausses formations organiques, les tubercules naissants. (*Hufeland.*)

c. Par l'effet du gaz carbonique libre et par la nature de leur composition, ces eaux, quoique contenant quelquefois des sels débilitants, n'en sont pas moins très-faciles à supporter; elles fatiguent peu l'estomac, produisent un effet moins violent et moins affaiblissant que les mêmes

(1) *Éléments de chimie*, tome II, pages 206-207.

eaux ferrugineuses ou salines pauvres en gaz carbonique.

Les eaux carbo-gazeuses sont recommandées dans toutes les maladies des membranes muqueuses caractérisées par une excitation ou une perturbation particulière accompagnées d'une sécrétion morbide; tels sont :

1° Les maladies chroniques des muqueuses, tant avec un caractère de faiblesse et d'atonie qu'avec une certaine excitation inflammatoire, dans les vomissements habituels, dans les catarrhes chroniques du nez, de la poitrine, de la vessie, des voies urinaires.

2° L'état muqueux du canal intestinal, les coliques, les maladies chroniques du système lymphatique et glandulaire avec sécrétions anormales; les engorgements du foie, de la rate et des viscères parenchymateux; hypertrophies, au début de la phthisie pulmonaire, lorsque cette maladie s'accompagne de quelque engorgement dans le système utérin ou qu'elle en est la suite.

3° Dans les maladies chroniques du système vasculaire, avec atonie ou bien avec augmentation d'irritabilité, spécialement dans les hémorroïdes, la dysménorrhée ou la suppression des règles.

4° Dans les maladies nerveuses : état convulsif, crampes d'estomac, vomissements habituels, coliques.

5° Au commencement des hydropisies, en excitant le système lymphatique et en activant la sécrétion des urines par leurs propriétés diurétiques.

6° Dans le cas de pierre ou de gravelle, tant pour corriger la disposition à cette maladie que pour faciliter l'évacuation des concrétions et diminuer la douleur occasionnée par leur présence. Peut-être même la présence du gaz carbonique dans les liquides de l'économie favorise-t-elle la

dissolution de l'élément calcaire, la décomposition des urates qui peuvent s'y trouver en excès, et qui se déposent sous la forme de concrétions dans un point ou l'autre de l'économie.

Les propriétés médicinales des eaux minérales carbo-gazeuses naturelles éprouvent des modifications importantes, suivant la nature et les proportions des substances salines et solides qu'elles contiennent ; les effets sont tantôt plus stimulants, tantôt plus calmants; d'autres fois elles agissent de préférence sur les sécrétions et les excrétions.

Les eaux carbo-gazeuses *chlorurées* activent les sécrétions des membranes muqueuses; elles sont toniques, résolutives, et très-bien supportées par les personnes dont le système vasculaire est très-irritable ou susceptible d'une prompte excitation fébrile. Malgré que ces eaux contiennent quelquefois des sels débilitants (chlorures, sulfates), on peut en faire usage pendant un temps assez long sans qu'elles fatiguent beaucoup les malades.

Les eaux carbo-gazeuses *sulfatées*, c'est-à-dire qui contiennent des sulfates de soude ou de magnésie, sont rafraîchissantes, calmantes et antispasmodiques. Elles excitent avec modération toutes les sécrétions et excrétions; elles sont plus ou moins laxatives ou résolutives, selon les proportions plus ou moins fortes de sulfate de soude ou de magnésie qu'elles contiennent.

Les eaux gazeuses *carbonatées* sodiques, selon la proportion du carbonate de soude qu'elles contiennent, sont plus ou moins résolutives, pénétrantes, et agissent plus ou moins vivement sur le système lymphatique et les organes urinaires.

Elles sont recommandées contre les maladies chroniques de la poitrine, dans la disposition à la phthisie pulmonaire,

surtout chez les personnes très-sensibles, disposées aux congestions et aux inflammations, dans les cas où d'autres eaux auraient une action trop forte et, par cela même, nuisible.

Ici, l'action du gaz carbonique est puissamment aidée par l'action spéciale résolutive et dissolvante de la soude.

Lorsque les eaux carbo-gazeuses contiennent une proportion considérable de carbonates ou bicarbonates *terreux*, de magnésie, de chaux, leur action excitante est plus prononcée que celle des eaux sulfatées, mais elles sont beaucoup moins échauffantes et stimulantes que les eaux chlorurées ou carbonatées *sodiques* ou ferrugineuses gazeuses.

Plus la température de ces eaux est élevée, mieux l'estomac les supporte; elles sont spécialement utiles dans les affections de poitrine, lorsque l'irritation est considérable.

Elles agissent comme résolutif sur les systèmes lymphatique et glandulaire; elles ont, en outre, une action spécifique sur le système urinaire.

Les eaux froides de cette classe sont plus stimulantes et plus échauffantes que les thermales, parce qu'elles contiennent généralement une plus forte proportion de gaz carbonique.

Les eaux carbo-gazeuses *ferrugineuses* sont très-toniques, stimulantes et vivifiantes; il faut, par conséquent, éviter d'en faire usage, ou les permettre seulement en petite quantité et en prenant de grandes précautions, chez les personnes qui ont le système vasculaire très-irritable ou qui sont d'une constitution pléthorique, avec prédisposition aux congestions actives, aux hémorragies et aux inflammations. Au contraire, ces mêmes eaux sont parfaitement indiquées dans les cas où il y a un relâchement

prononcé des membranes muqueuses, atonie, faiblesse du système vasculaire ou musculaire, qui exigent un traitement tonique, fortifiant ou stimulant, spécialement dans certains engorgements, dans les flux muqueux, les dérangements de la menstruation, dans les altérations des fonctions du système nerveux avec les caractères de la faiblesse et de la torpidité.

Il est souvent utile d'imprégner de gaz carbonique certaines eaux minérales chlorurées, sulfatées, calciques, magnésiques, l'eau de mer, etc., pour les rendre plus agréables à boire et d'une digestion plus facile.

On peut arriver au même résultat en mélangeant ces eaux minérales naturelles avec de l'eau carbo-gazeuse naturelle ou artificielle.

L'eau de la mer, rendue gazeuse, acquiert une valeur thérapeutique importante comme remède interne :

On puise de l'eau de mer, loin des côtes, à une certaine profondeur; on la filtre afin de la débarrasser des débris organiques qu'elle peut contenir et qui sont la cause de sa prompte altération; puis on la charge de gaz acide carbonique comme une eau gazeuse ordinaire. Il en résulte une sorte d'eau minérale semi-artificielle, ayant perdu en partie son goût primitif détestable, qui se conserve parfaitement en bouteilles, et qui jouit de propriétés dynamiques remarquables. Il résulte d'expériences faites par M. Rayer, à l'hôpital de la Charité, et d'un rapport que ce médecin a fait à l'Académie de médecine, qu'une bouteille de cette eau gazeuse est bue sans dégoût et purge aussi bien ou plus activement qu'une bouteille d'eau de Sedlitz à 32 grammes (1).

(1) *Annales de thérapeutique*, de Rognetta, août 1843.

Le mode d'administration des eaux gazeuses prises en boissons ne présente aucune difficulté et n'exige point d'appareils spéciaux ; mais il importe de faire observer :

1° Que l'on ne doit pas outre-passer une certaine mesure dans l'ingestion des eaux gazeuses, sans quoi elles pourraient devenir nuisibles, produire une sorte d'hébétude et d'ivresse, déterminer même des accidents de météorisme, etc.

2° Il est rigoureusement nécessaire que les eaux gazeuses artificielles soient préparées avec tous les soins et l'attention convenables avec des eaux pures et de bonne qualité, que le gaz, qui est extrait de la craie du marbre, au moyen des acides sulfurique ou chlorhydrique, etc., soit *parfaitement bien lavé* à plusieurs eaux et qu'aucune portion de ces acides ou de la dissolution crayeuse ne puisse s'extravaser et se mélanger avec l'eau gazeuse.

Contre-indications. — Les eaux carbo-gazeuses sont un agent stimulant fugace; quelquefois, néanmoins, elles échauffent, enivrent et stupéfient. Les sources riches en acide carbonique produisent spécialement ces effets lorsque le système nerveux est très-irritable ; elles sont donc contre-indiquées lorsqu'il y a un état inflammatoire réel, ou, du moins, faut-il les employer avec précaution lorsqu'il y a disposition à l'apoplexie, aux hémorragies, au vertige, surtout dans la grossesse, chez les personnes irritables et sujettes aux fausses couches.

« Les eaux gazeuses artificielles, surchargées de gaz acide carbonique, que l'on vend sous le nom d'eaux de *Seltz*, produisent quelquefois des effets fâcheux ; plusieurs estomacs les rejettent, d'autres peuvent, à la longue, être

atteints de gastrites; par cette cause, elles peuvent produire aussi des maladies nerveuses et des congestions cérébrales. » (*Dict. des sc. médic.*)

« On a vu quelquefois des personnes facilement *irritables* qui ne pouvaient prendre 60 grammes d'eau de Seltz artificielle sans ressentir dans l'estomac une chaleur douloureuse qui allait jusqu'aux vomissements. » (*Reveillé-Parise.*)

« L'eau naturelle de Seltz, chargée artificiellement de plusieurs volumes de gaz carbonique, peut agir quelquefois d'une manière aussi fâcheuse que l'eau artificielle. » (*Mége.*)

CHAPITRE IV.

DE LA PRÉPARATION EN PETIT DU GAZ CARBONIQUE POUR LES USAGES MÉDICINAUX.

La préparation en petit de l'eau gazeuse et du gaz carbonique destinés aux usages chirurgicaux ou médicinaux peut se faire d'une manière très-simple et très-facile.

Il suffit d'avoir un fort flacon à trois tubulures, de la contenance de 2 à 3 litres environ, pour obtenir le gaz acide carbonique, soit avec l'acide tartrique et le bicarbonate de soude, soit avec la craie et l'acide sulfurique. La tubulure du milieu sert à un tube de sûreté qui plonge au fond du vase; l'une des tubulures latérales supporte un second tube muni d'un entonnoir à robinet pour introduire l'acide dans le flacon; la troisième tubulure, enfin, est destinée au tube à dégagement. Ce tube, en caout-

chouc vulcanisé, a 2 ou 3 mètres de longueur au plus, et 5 à 10 millimètres de diamètre; il est terminé par un ajutage de forme appropriée, une sonde, une canule arrondie, etc., en gutta-percha, en buis, en corne, munis d'un robinet. On place du bicarbonate de soude en excès avec de l'eau dans le flacon; on remplit d'une solution concentrée d'acide tartrique l'entonnoir à robinet, puis, lorsque la canule est engagée dans l'organe sur lequel la douche doit être dirigée, on laisse couler goutte à goutte l'acide tartrique sur le bicarbonate de soude. Le gaz se forme avec rapidité.

On peut remplacer le flacon à trois tubulures par une grosse bouteille dont le bouchon, en liége, est percé de trois trous qui donnent passage aux trois tubes dont il vient d'être question.

En pressant ou en comprimant plus ou moins le tube de dégagement du gaz entre le pouce et l'index, on régularise facilement l'écoulement du gaz et la force du jet.

On ferme complétement le tube au moyen d'une ligature qui le serre fortement, ou au moyen d'une sorte de pincette ou de fourchette en corne, qui comprime et rapproche les parois du tube.

Comme il est arrivé quelquefois que les flacons et autres appareils seltzogènes de table ont été brisés par suite de l'expansion subite, trop rapide ou en trop forte proportion, du gaz, il est prudent de placer l'appareil dans une caisse en bois, en l'entourant avec du foin, de la paille, etc., et de s'éloigner un peu.

On peut obtenir, à l'aide du carbonate de chaux et des acides sulfurique et chlorhydrique, un dégagement continu d'acide carbonique, mais il est convenable de laver ce gaz, en le faisant passer dans un flacon rempli d'eau ou

contenant une solution concentrée de carbonate de soude. On ne doit point oublier que, dans ce dernier procédé, le dégagement du gaz est moins rapide qu'avec le bicarbonate de soude, et que ce gaz peut entraîner de la vapeur d'eau chargée d'acide sulfurique ou chlorhydrique.

M. le docteur Ozanam (1) a employé divers modes de préparations du gaz carbonique, soit avec la craie, soit avec le bicarbonate de soude; il a expérimenté avec les gaz produits par ces deux réactions, et il n'a aperçu aucune différence dans les effets obtenus.

Dans les premiers essais de l'emploi du gaz carbonique qui furent faits à la Charité dans la salle des femmes, par M. Ch. Bernard, comme il était prescrit d'administrer plusieurs injections de gaz par jour, il fallait nécessairement employer des appareils fort simples.

Dans le début, M. Ch. Bernard se servit d'une bouteille ordinaire; on y mettait de l'acide tartrique et du bicarbonate de soude; on la remplissait d'eau, on la fermait avec un bouchon percé à son centre et traversé par un tube en caoutchouc muni d'une canule. C'était là un moyen facile, économique, mais il y avait une perte énorme de gaz. M. Bernard se servit alors d'une bouteille à deux ou trois tubulures, de 1 litre; on y mettait deux cartouches, préparés à l'avance, contenant 25 grammes de bicarbonate de soude et 20 grammes de bisulfate de potasse.

Le mélange des deux cartouches opéré, on verse une quantité d'eau suffisante pour le recouvrir; aussitôt le gaz se dégage avec une vive effervescence d'abord, plus lentement ensuite. Entre la dixième et quinzième minute, ce dégagement cesse. On agite alors, et il a lieu de nouveau,

(1) Page 48.

pour cesser presque aussitôt. 4 litres environ de gaz se dégagent de la fiole pendant cette opération. Il n'y a jamais eu aucune explosion du gaz avec cet appareil, comme cela est arrivé dans quelques hôpitaux avec d'autres appareils où l'acide carbonique subissait une pression considérable.

A une des tubulures est fixé un long tube en caoutchouc, muni d'une canule, qui sert à conduire le gaz destiné aux injections ; par la seconde tubulure, on verse l'eau et on replace vivement le bouchon, fermant bien exactement et empêchant toute fuite du gaz. Cet appareil est assurément des plus simples ; tout médecin l'a à sa disposition, et même à la campagne l'emploi en est facile.

Plus tard, on a substitué avec avantage à cet appareil primitif le procédé de M. Fordos, que nous avons décrit plus en détail page 519, et dont l'un des principaux mérites est de produire, lentement et régulièrement, le dégagement de gaz carbonique au moyen de l'emploi de l'acide tartrique *en petits morceaux*, qui ne se dissout que peu à peu et graduellement.

M. Mondollot, sur les indications de M. Demarquay, a modifié de la manière suivante son appareil (le seltzogène ordinaire des ménages ou de Briet) pour l'adapter aux divers besoins de l'art chirurgical et le rendre propre à l'administration des douches de gaz carbonique dans les maladies de l'utérus.

Cet appareil est en cristal, fortement clissé comme le seltzogène, composé de deux ballons. Le supérieur, plus petit, est rempli de bicarbonate de soude, et l'inférieur, de grande capacité, contient une quantité assez considérable d'eau fortement acidulée. Une valve est placée au point de réunion des deux ballons, et en lui imprimant un mouvement de bascule elle fait tomber dans l'eau aci-

dulée autant de bicarbonate qu'il en faut pour obtenir une pression convenable, indiquée par un petit manomètre mis en communication avec le ballon inférieur. Il devient alors facile, à mesure que l'on administre la douche, de remplacer le gaz injecté, et d'avoir ainsi un jet constant et de la même intensité.

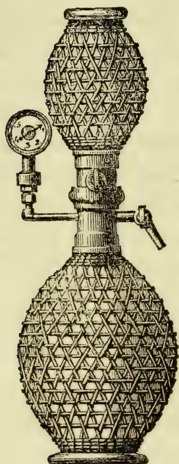


Fig. 1.

Cet appareil a été employé fréquemment dans le service de M. Monod. Un grand nombre de femmes sont soumises à ce genre de traitement, et la préparation n'est souvent renouvelée que tous les deux jours. En même temps que l'usage en est très-simple et très-commode, l'innocuité en est complète; la tension du gaz étant constamment sous les yeux, on l'élève et on la diminue selon le besoin. Il présente encore l'immense avantage de pouvoir être mis entre les mains des malades et de leur donner le soulagement qu'elles n'auraient pu espérer qu'avec la présence de leur médecin; considération importante, en province surtout.

M. Bazet a construit aussi un appareil gazogène qui peut être employé avantageusement pour le service des hôpitaux, et dans lequel on peut faire usage soit du bisulfate, soit d'acide tartrique.

Cet appareil est divisé intérieurement en trois capacités: l'une sert au mélange de l'acide avec la poudre carbonatée; la capacité intermédiaire, remplie d'eau, sert au lavage du gaz qui la traverse; dans la troisième, enfin,

vient se rendre le gaz carbonique, que l'on peut, à volonté, obtenir à l'état gazeux en retournant l'appareil, ou en dissolution dans l'eau. Il est revêtu d'une forte toile métallique qui garantit contre les accidents des explosions.

En tournant un petit bouton placé à la partie supérieure de l'appareil, on ouvre ou l'on ferme la soupape, et l'on peut ainsi en régler à volonté le degré d'ouverture, et par conséquent la force et la quantité du jet liquide, ce qui est très-précieux pour l'administration des douches et des injections (1).

Avant que les boissons gazeuses artificielles et les limonades gazeuses fussent connues et répandues comme elles le sont aujourd'hui, les médecins anciens prescrivaient, dans le typhus, les affections putrides, etc., diverses boissons en état de fermentation, telles que la bière blanche, légère, en fermentation, mélangée à diverses infusions aromatiques, et administrée à la dose d'une cuillerée à soupe toutes les deux ou quatre heures; de la bière de sucre, c'est-à-dire de l'eau sucrée aromatisée, additionnée de la levûre de bière pour en déterminer la fermentation.

Les médecins russes ordonnent, dans les fièvres putrides et les affections scorbutiques, le *qwass*, boisson que l'on prépare avec de petits pains de seigle sortant du four, que l'on met à fermenter dans l'eau.

Souvent on a employé avec succès le vin de Champagne bien mousseux, administré à petites doses fréquemment réitérées pour calmer et même arrêter des

(1) Voyez la description de l'appareil de M. Bazet, dans le *Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale*, 1862 et 1864.

vomissements nerveux, qui avaient résisté à tous les autres remèdes ordinaires. (*V. Graefe.*)

Nous avons déjà dit que l'on avait quelquefois utilisé le gaz carbonique qui se dégage des cuves de bière ou de raisins en fermentation, en plaçant, dans l'intérieur de ces cuves, des vases à large ouverture remplis d'eau, qui, en absorbant une partie du gaz carbonique dégagé par la fermentation, devient légèrement gazeuse à l'aide de ce simple procédé.

Doebereiner a employé avec un grand succès, pour lui-même, et contre diverses affections nerveuses générales, des bains entiers de gaz carbonique produit par la fermentation de la bière, en faisant disposer dans la cuve même, au-dessus du liquide en fermentation, un appareil au moyen duquel le malade pouvait être immergé plus ou moins profondément dans la couche de gaz carbonique.

Les cataplasmes fermentants préparés avec de la levûre de bière et de la farine de seigle, les bains de marc de raisins en fermentation, sont des moyens usités de temps immémorial, pour produire et utiliser le gaz carbonique qui se dégage abondamment de ces substances.

Pour composer les cataplasmes fermentants, on emploie des plantes dont la pulpe molle et charnue contient beaucoup de jus sucré, telles que la betterave, la carotte; ces plantes sont râpées ou pilées.

Pour ces sortes de cataplasmes, les médecins anglais font usage de la levûre de bière mêlée avec de la farine d'avoine. « J'ai vu, dit V. Graefe (page 305), d'excellents effets produits par des cataplasmes préparés avec de la levûre fraîche de bière et de la farine de seigle, arrosés avec du moût de bière chaud, de manière à former une bouillie

épaisse, mais cependant convenablement humectée et chaude. Ces cataplasmes doivent avoir au moins l'épaisseur du pouce ; on les renouvelle toutes les cinq ou six heures, lorsque la fermentation commence à s'arrêter, ce que l'on reconnaît facilement à l'odeur acétique que dégage le cataplasme, lorsque la fermentation acide commence à succéder à la fermentation vineuse; on en fait particulièrement usage dans les cas de gangrène ou de carcinome ulcéré.

Ces cataplasmes sont renfermés entre deux linges, ou même appliqués à nu sur les parties malades lorsque les circonstances le permettent.

Le marc des raisins, après qu'on les a pressurés, que l'on en a extrait les jus, lorsqu'il est entassé, continue à fermenter ; il s'échauffe et dégage une quantité considérable d'un gaz carbonique.

On a employé avec succès les bains de marcs de raisins contre les douleurs rhumatismales, les paralysies des membres, spécialement lorsqu'elles sont la suite de refroidissement.

Mirificè prodest vinaceorum usus, tempore vendemiarum.— In his æger contineat pedes, tibias, crura et brachia, vel etiam totum corpus.—Verò inter optima remedia et tutissima, hoc ponendum (1)...

On pratique, dans la cuve pleine de marc, un trou assez profond, dans lequel on plonge entièrement le malade, on recouvre le marc avec des toiles ou des couvertures, en ayant l'attention que la tête soit toujours au-dessus du bord de la cuve; de telle sorte qu'il puisse respirer librement l'air pur, et sans mélange avec les exhalaisons gazeuses

(1) *Dictionnaire des sciences médicales*, tome XXXI.

de la cuve. Le malade éprouve bientôt une transpiration très-abondante et ordinairement salutaire.

Nous connaissons un exemple très-remarquable de guérison obtenue, à l'aide de ce moyen, chez une jeune demoiselle qui était atteinte d'une paralysie rhumatismale très-rebelle.

Dans les villes où il existe des fabriques d'eaux gazeuses, on pourra souvent faire usage avec avantage, pour les douches et les injections, soit de l'eau gazeuse, soit du gaz carbonique des siphons ordinaires, que l'on prépare pour l'usage des tables.

On peut facilement avoir de grands siphons de la capacité de 5 litres d'eau et contenant 25 litres de gaz carbonique comprimé, quantité plus que suffisante pour la plupart des cas.

Tous ces appareils doivent être revêtus d'une enveloppe de treillage solide en fil de fer, afin d'éviter les accidents que pourraient occasionner les éclats de verre, en cas d'explosion du siphon. On peut aussi renfermer les flacons dans une boîte ou une caisse en bois, en les entourant avec du foin ou de la paille.

On adaptera au tube par lequel sort l'eau gazeuse, au moyen d'un raccordement à vis, un tube en caoutchouc vulcanisé, de 1 ou plusieurs mètres de longueur, et de 6 à 10 millimètres de diamètre, terminé, à son extrémité libre, par une sonde à injections, par une canule ou un ajustage quelconque approprié.

Comme, en appuyant avec la main sur la bascule du robinet du siphon, on ne peut pas toujours régler convenablement l'écoulement du liquide et la force du jet, il convient d'adapter au bouton ou à la bascule de ce robinet une bride ou un étrier, avec vis de pression que l'on tourne

plus ou moins, et qui, de cette manière, règle et fixe invariablement le degré d'ouverture de la soupape. Mais, la pression du gaz étant moins forte lorsque le siphon est à demi vide, il faudra, de temps en temps, augmenter l'ouverture de la soupape, en donnant un tour à la vis qui presse le bouton.

Si l'on se sert des siphons qui s'ouvrent en pressant le bouton qui est placé à la partie supérieure de la bouteille, il faut également y adapter une bride ou un étrier portant une vis de pression, ce qui permet, en tournant la vis, de donner le degré d'ouverture que l'on désire, et de régler ainsi la force de l'écoulement du liquide.

La figure 4 représente la disposition de cette bride.

Il vaut mieux se servir d'un siphon dont le robinet est disposé de telle sorte qu'on ouvre ou qu'on ferme le passage du liquide en *tournant* un bouton horizontal placé à la partie supérieure du siphon. Les vases siphoïdes de M. Bazet présentent cette disposition.

L'un des grands avantages des vases siphoïdes ou siphons ordinaires, c'est non-seulement qu'on les trouve aujourd'hui partout, mais, de plus, c'est qu'au moyen de ces sortes de vases on peut avoir, à volonté, soit une injection d'*eau gazeuse*, soit une injection d'*acide carbonique gazeux*.

Si l'on place la bouteille dans sa position ordinaire sur sa base, on aura, en ouvrant la soupape, un jet d'eau gazeuse.

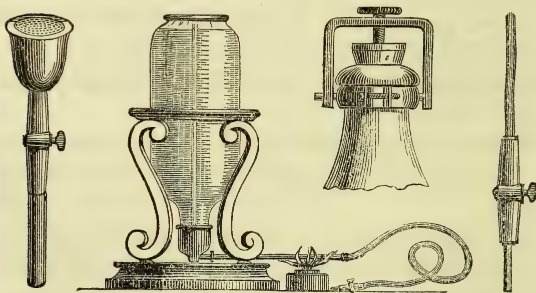
Mais si, au contraire, on retourne la bouteille sens dessus dessous, de manière à ce que le fond regarde le ciel, on aura seulement un jet de gaz ; l'eau restera dans la bouteille, tandis que le gaz s'échappera par le tube intérieur qui plonge jusqu'au fond du verre.

Le siphon, dans ce dernier cas, doit être maintenu en place, dans un socle ou pied à jour, approprié à cette destination, de manière à ce que l'on puisse facilement tourner le bouton de la soupape avec la main, même lorsque le vase est dans une situation renversée.

Au moyen de ces dispositions très-simples, que nous recommandons tout particulièrement à nos malades, ils peuvent prendre, chez eux, avec la plus grande facilité et à peu de frais, des douches, des injections gutturales, vésicales, vaginales, utérines, etc., soit d'eau gazeuse, soit d'acide carbonique à l'état gazeux.

Il est quelquefois nécessaire que l'injection soit chaude. Dans ce cas, on prolongera le tube d'écoulement du siphon par un petit tube en métal (étain, fer-blanc, etc.) que l'on chauffera en plaçant au-dessous une lampe à alcool ou un petit réchaud, ou bien on fera passer, en serpentant, le tube de caoutchouc dans l'intérieur d'un vase rempli d'eau chaude. (Voyez la figure 3.)

Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5.



La figure 3 représente un vase siphoïde ou siphon ordinaire plein d'eau gazeuse, maintenu dans un support à jour, en métal,

et placé dans une position *renversée,* de telle sorte que le gaz *seul* s'échappe du siphon lorsque l'on ouvre la soupape.

Au robinet du siphon est adapté un tube en caoutchouc de 1 à 2 mètres de longueur et terminé par un ajustage approprié, une sonde, etc.

La première partie de ce tube, celle qui est le plus rapprochée du siphon, doit être construite en métal (en fer), lorsque l'on veut faire chauffer le gaz ou l'eau gazeuse, ce qui se pratique facilement en faisant passer ce tube au-dessus d'un réchaud ou de la flamme d'une lampe à alcool.

La figure 4 représente l'étrier décrit page 473, avec sa vis de pression pour régler et maintenir au degré convenable l'ouverture de la soupape du siphon.

La figure 5 est un ajustage droit, avec son robinet, en buis, adapté à l'extrémité libre d'un tube en caoutchouc, pour les douches et les injections ordinaires.

La figure 2 représente un ajustage, en corne, en buis ou en ivoire, en entonnoir, percé de petits trous à la surface, pour la douche oculaire.

L'ajustage est double lorsqu'on opère sur les deux yeux à la fois.

CHAPITRE V.

DES DIVERS MODES D'ADMINISTRATION DE L'ACIDE CARBONIQUE.

A. A l'état gazeux.

1° *A l'extérieur :*

En bains généraux;
En bains partiels;
En douches et injections.

2° *A l'intérieur :*

Par déglutition dans l'estomac;
En inhalation, 1° dans les affections des voies respiratoires; 2° comme anesthésique.

B. Mélangé à la vapeur d'eau.

Bains bouillonnants;
Inhalation de gaz carbonique mélangé avec la vapeur d'eau.

C. En dissolution dans l'eau (Eaux minérales gazeuses).

1° *A l'extérieur :*

En bains généraux;
En bains partiels;
En douches;
En injections, irrigations, lotions, fomentations.

2° *A l'intérieur :*

Par l'estomac (boissons gazeuses);
Gargarismes, etc.

Bains généraux de gaz acide carbonique.

Bains en commun ou piscines à gaz.

Dans certaines localités où le gaz carbonique se dégage naturellement et en abondance de la terre, il suffit d'y creuser un trou, une excavation de 1 mètre à 1m,20 de profondeur, sur une largeur de 1 à 10 mètres, ou 20 mètres carrés de surface.

Cette excavation reste constamment remplie de gaz carbonique.

Lorsqu'on veut recueillir le gaz qui se dégage des sources minérales carbo-gazeuses, on fait descendre dans l'intérieur du puits, au-dessus du griffon même de la source, ou bien l'on place à la surface de l'eau, une grande cloche renversée, c'est-à-dire ayant son ouverture en bas, construite en tôle ou en cuivre étamé, ayant environ 1 mètre cubique de capacité.

Cette cloche est plus ou moins complétement immergée dans l'eau; elle y est mobile et suspendue avec des contre-poids, à la manière des gazomètres employés pour le gaz de l'éclairage.

Plus la cloche est immergée profondément, plus la pression du gaz est forte. Cette pression doit être constante et déterminée, afin que l'écoulement du gaz soit uniforme et régulier.

Mais cette cloche doit être maintenue dans une position telle, que ses bords plongent toujours de 1 à 2 décimètres dans l'eau du puits, ou dans une rigole circulaire remplie d'eau, si le gaz est recueilli à la surface de la terre, afin qu'il ne s'échappe point par le dessous de la cloche.

A la partie supérieure de cette cloche est adapté un tube

flexible, en caoutchouc, destiné à conduire le gaz dans l'intérieur de l'établissement, où il est distribué dans les cabinets de bains, de douches, dans les salles d'aspiration, au moyen de conduits particuliers en étain ou en fer creux, disposés de la même manière que le sont ceux du gaz d'éclairage.

Le gaz peut être également recueilli dans une cloche fixe, ayant la forme d'un entonnoir renversé, pour être conduit de là dans un gazomètre.

Toutes les parties de l'établissement, et plus spécialement les cabinets de bain, doivent être disposés de telle manière que la ventilation y soit constamment faite d'une manière énergique et puissante.

A cet effet, des ouvertures de 30 à 50 centimètres de largeur, sur 8 à 12 centimètres de hauteur, doivent être ménagées dans les murs, au pourtour et au niveau des parquets, afin de donner issue au gaz excédant, qui, étant plus lourd que l'air, occupe la partie inférieure de l'appartement et s'écoule spontanément au dehors par les ouvertures ménagées à cet effet.

Les piscines, pour les bains de gaz carbonique en commun, sont le plus ordinairement des bassins creusés dans le sol, et qui ont environ 1 mètre de profondeur.

Elles ont une forme quadrilatérale ou elliptique, et peuvent contenir vingt ou trente presonnes assises; on y descend par des escaliers placés aux angles. Ces bassins, qui sont de véritables salons, sont établis et meublés avec élégance et garnis de trois rangs de banquettes placées à des hauteurs différentes, de telle sorte que les personnes assises sur la banquette inférieure aient la tête élevée au-dessus du niveau du plancher de l'appartement, et par conséquent au-dessus de la couche de gaz, qui remplit

seulement la cavité du bassin. Les piscines sont placées dans un pavillon spécial bien ventilé.

Le gaz, plus lourd que l'air, occupe donc toute la cavité, tout l'intérieur du bassin; souvent des ouvertures sont pratiquées au pourtour de la partie supérieure du bassin, au-dessous du parquet, pour laisser écouler l'excédant du gaz.

Les malades qui prennent le bain de *gaz en commun* ôtent, avant d'y entrer, seulement leurs vêtements de dessus; ils se tiennent debout, ou bien ils se placent sur les banquettes qui garnissent le pourtour du salon de gaz, à des hauteurs différentes, selon qu'ils veulent prendre des bains entiers ou avoir les jambes ou les cuisses seulement plongées dans le gaz.

Comme les siéges sont de hauteur différente, chaque baigneur choisit celui qui lui convient le mieux en raison de sa taille ou de sa maladie, ayant attention de passer, non-seulement de toute la tête, mais encore de la moitié de la poitrine au moins, le bord supérieur du bassin, c'est-à-dire le niveau du gaz. Cette précaution a pour but d'empêcher qu'il ne respire l'acide carbonique. Les baigneurs doivent bien *se garder de se pencher ou de se baisser vers le fond du bassin*, où le gaz se trouve particulièrement accumulé, parce que son poids spécifique étant plus grand que celui de l'air atmosphérique, il occupe toujours la partie inférieure du bassin.

Si l'on plonge la tête pendant quelques moments dans la couche de gaz carbonique, alors on sent une odeur aigrelette très-piquante et pénétrante, une sensation de brûlure, un picotement aux yeux, accompagnés de chaleur dans la bouche, dans la gorge et dans la poitrine, auxquels succèdent bientôt l'oppression, le vertige, etc.

Il faut également éviter de faire des mouvements brusques, pour ne pas agiter le gaz, qui alors se mélangerait avec l'air atmosphérique et pourrait incommoder les personnes qui respireraient ce mélange gazeux.

Du reste, l'air atmosphérique qui est au-dessus de la couche de gaz carbonique, dans les piscines, se trouve tout naturellement mélangé avec une petite proportion de gaz carbonique, qui s'en échappe par l'effet des courants d'air ou des mouvements des baigneurs, etc.

Et, comme on respire toujours un peu de gaz carbonique qui se mélange avec l'air atmosphérique de la salle, ce mélange agit en même temps sur les organes de la respiration, détermine plus rapidement l'excitation générale et favorise l'action du bain gazeux.

L'air que l'on respire dans les piscines est ordinairement chargé de 1 à 2 pour 100 d'acide carbonique.

Le gaz carbonique contenu dans l'intérieur des piscines n'est pas pur; il est toujours plus ou moins mélangé avec une certaine quantité d'air atmosphérique, puisque les bassins sont entièrement ouverts et que le gaz est constamment agité par l'entrée, la sortie et les mouvements des personnes qui s'y plongent.

On peut, du reste, faire varier à volonté la proportion du gaz carbonique dans les piscines, ou en y laissant introduire de l'air atmosphérique, ou en ouvrant plus ou moins les conduits par lesquels le gaz y est amené.

Les points les plus rapprochés des ouvertures de ces conduits sont ceux où la proportion du gaz carbonique est la plus forte.

En général, dans les piscines dont il est question, la proportion du gaz carbonique n'est guère que de 15 à 30 p. 100 de la totalité du mélange gazeux; néanmoins

les bains de cette sorte de gaz ont encore une action très-puissante sur l'économie.

Nous avons fait connaître précédemment les effets physiologiques produits par le bain de gaz sur les personnes bien portantes; le plus constant est une sensation de chaleur agréable qui se manifeste à la moitié inférieure du corps, et surtout aux parties sexuelles, bien que le thermomètre démontre que le gaz qui entre dans le bain est souvent plus froid que l'air atmosphérique pendant l'été. Voyez pages 103, 112.

Cette sensation de chaleur est ordinairement accompagnée d'une augmentation de transpiration, de turgescence, de coloration et de picotement à la peau, de prurit à l'anus, d'envie d'uriner, de sensations voluptueuses; le pouls est plus plein et s'accélère de quelques pulsations.

Ces deux derniers effets indiquent déjà un commencement de surexcitation auquel succèdent un mal de tête, une oppression, etc., qui se manifestent, surtout, lorsqu'on prolonge le bain plus longtemps que cela ne convient. Après le bain de gaz, on éprouve un sentiment de bien-être plus ou moins prononcé, ainsi que de légèreté dans les mouvements musculaires.

Tous ces phénomènes se manifestent généralement plus vite et à un degré plus intense, chez des personnes très sensibles, dont la peau est blanche, molle et délicate.

La durée ordinaire du bain de gaz carbonique est de dix à vingt minutes; la première fois on ne doit y rester que pendant dix minutes; on prolonge quelquefois la durée du bain jusqu'à une demi-heure, et même une heure lorsque le gaz est mélangé d'air; mais le malade doit en sortir sur-le-champ, s'il vient à éprouver de la céphalalgie, de la somnolence, des étourdissements, quelque difficulté

dans la respiration ou une stimulation trop prononcée des organes sexuels.

Bains gazeux généraux en baignoires.

1° A Eger-Franzensbad, à Marienbad et dans plusieurs autres endroits où le gaz sort abondamment de la terre, on a disposé les baignoires à gaz au-dessus de l'ouverture même par laquelle le gaz s'échappe de la terre ; dans ce cas, les baignoires sont toujours remplies d'acide carbonique qui se renouvelle constamment, car leur fond est formé par une sorte de treillage à jour.

Le dessus de la baignoire est fermé soit par un couvercle en bois, soit au moyen d'une couverture en étoffe.

Le gaz qui sort de la terre, remplissant continuellement la baignoire et se renouvelant constamment, s'écoule en passant par-dessus les bords, descend à terre et s'échappe au dehors par les ouvertures des ventilateurs, qui sont pratiqués dans les murs, au niveau du parquet.

2° Dans les établissements qui ne sont point placés directement au-dessus de la source gazeuse, on recueille le gaz ainsi que nous l'avons dit, on le fait cheminer dans des tuyaux de conduite. On le fait arriver ainsi à la partie inférieure d'une baignoire ordinaire en bois, à demi enfoncée dans le sol, et fermée en dessus par des couvertures ou par un couvercle qui s'adapte exactement à la baignoire ; la tête du malade sort au-dessus du couvercle, et même on lui arrange des serviettes autour du col, afin d'empêcher que le gaz s'échappe par l'ouverture et qu'il soit respiré. Les parois de la baignoire sont garnies d'étoffe ; le malade est assis sur un petit siége en jonc tressé.

3° Il est plus commode de faire usage d'une caisse, ou boîte en bois, semblable à celles que l'on emploie pour les

bains sulfureux, les bains de vapeur, etc., et que l'on connaît sous le nom d'*appareil fumigatoire* de Darcet.

La tête du malade sort au dehors de l'appareil par une ouverture à ce destinée. Le siége à claire-voie, en tissu de jonc, est mobile et peut être élevé plus ou moins selon le besoin. Le gaz carbonique, arrivant dans la partie inférieure de la boîte, en chasse l'air atmosphérique, et en prend la place.

La boîte doit être fermée exactement ensuite. Le bain de gaz, administré dans les *baignoires*, présente beaucoup plus d'avantages que le bain en piscines, parce que ces baignoires sont fermées presque hermétiquement; le gaz y est plus pur, c'est-à-dire qu'il y est moins mélangé avec l'air atmosphérique; son action est plus rapide et plus énergique; la température est plus égale; la chaleur du corps se conserve mieux, et la transpiration cutanée a lieu plus promptement et plus abondamment que dans les piscines.

Le malade peut entrer plus facilement dans les caisses et en sortir de même, et y rester plus longtemps que dans les baignoires ordinaires.

D'un autre côté, on peut introduire, dans les caisses, soit du gaz carbonique chauffé, soit un courant de vapeur d'eau minérale chaude, qui augmentent considérablement les effets du gaz.

Bains partiels ou locaux de gaz carbonique.

Lorsque le gaz carbonique doit être appliqué sur un membre ou une partie du corps seulement, il est inutile, et même il serait quelquefois nuisible, de soumettre le corps tout entier à l'action de cet agent.

Les dispositions des appareils, pour les bains partiels

ou locaux, sont tout à fait analogues aux appareils dont on fait ordinairement usage dans les établissements thermaux pour administrer les bains de vapeur d'eau partiels, aux cuisses, aux jambes, aux bras, à la main, etc.

Ce sont des manchons en cuivre ou en fer-blanc, dans lesquels on introduit le membre malade et dans l'intérieur desquels on fait arriver de l'eau ou de la vapeur; mais aujourd'hui que l'on travaille si habilement le caoutchouc et la gutta-percha, que l'on fabrique des étoffes imperméables et en même temps légères, flexibles, pouvant se prêter parfaitement à la conformation et aux mouvements des membres malades, on doit donner, pour les bains locaux ou partiels de gaz carbonique, la préférence aux manchons ou sacs en caoutchouc, en gutta-percha ou en toiles imperméables, pour entourer les surfaces malades et les maintenir dans de véritables bains de gaz acide carbonique; ainsi les plaies douloureuses des amputés, certains ulcères des membres, peuvent être utilement enveloppés dans de larges manchons en caoutchouc qui recevront le gaz.

Les extrémités de ces manchons sont en caoutchouc élastique ou vulcanisé, afin de s'appliquer exactement sur le membre et de ne pas laisser perdre le gaz.

Ces sacs en caoutchouc seront munis d'une simple douille avec ou sans robinet, placée dans la partie la plus commode, par laquelle on introduit le gaz carbonique; il suffit de la lier avec un cordon, pour la fermer, lorsqu'il n'y a pas de robinet.

Lorsqu'on expose seulement une partie du corps, un membre à l'action du gaz, ce membre éprouve d'abord une sensation de chaleur agréable qui va en augmentant pendant la durée du bain local; elle s'étend ensuite aux

parties voisines et produit une transpiration locale abondante de la peau.

Douches et injections de gaz carbonique.

Pour les douches et injections, le gaz est conduit au moyen de petits tubes flexibles en caoutchouc, dont l'extrémité est armée d'ajustages en corne ou en buis, de formes et d'ouvertures différentes, en un ou plusieurs jets de 1 à 3 millimètres de diamètre en lame mince, en pomme d'arrosoir, etc. (2 à 3 centimètres de diamètre). On fait varier la distance, selon que la douche doit frapper plus ou moins fort, qu'elle doit agir sur une plaie, sur une partie douloureuse et très-sensible, sur les yeux, les oreilles, etc. Un robinet à la disposition du malade ou du servant laisse passer un courant plus ou moins abondant, un jet plus ou moins vif de gaz, suivant la prescription qui en a été faite par le médecin. Voyez les figures, page 475.

Lorsque le jet de gaz sortant de la terre est très-froid, il occasionne une impression désagréable, et peut même avoir des inconvénients. Dans ce cas, on place sous le tube de métal qui amène le gaz, une lampe à alcool que l'on rapproche plus ou moins du tube, de manière à donner au jet de gaz la température désirée. On peut faire également passer ce tube, en serpentant, dans l'intérieur d'une boîte ou d'un manchon contenant de l'eau chaude.

Pour les yeux, on opère soit sur un œil, soit sur les deux yeux à la fois, au moyen d'ajustages qui ont un ou deux orifices. Lorsque l'on dirige sur les yeux un courant de gaz, il y produit une vive sensation d'ardeur et de brûlure; il provoque des larmes : il y a des personnes qui peuvent à peine la supporter pendant quelques secondes. Il faut toujours, dans cette opération, modérer la force du

jet en plaçant entre l'œil et l'ajustage un écran de gaze.

Lorsque l'œil, pour la première fois, est soumis à l'action de la douche, le malade doit tenir les paupières fermées. En outre, il faut arrêter la douche dès que l'œil commence à pleurer ou à devenir douloureux. On ne recommence qu'après une pose de quelques minutes.

On obtient par les douches gazeuses la guérison d'inflammations oculo-palpébrales ; mais le traitement diffère dans les conjonctivites aiguës et dans celles qui sont chroniques.

Dans les conjonctivites aiguës, il faut veiller à ce que le malade ne reçoive, au commencement surtout, le jet gazeux que sur la paupière. Si la douche portait directement sur le globe oculaire, l'inflammation ne tarderait pas à augmenter, et les douleurs pourraient devenir si violentes, qu'il n'y aurait pas moyen de continuer le traitement. Lorsque la douche n'est dirigée que médiatement sur la conjonctive, et pendant un temps assez long pour que les paupières rougissent complétement à l'extérieur, on obtient, dès les premiers jours, une amélioration marquée de la conjonctivite, même la plus aiguë.

L'action des douches dans les conjonctivites est rapide et change bientôt l'aspect des malades, chez lesquels disparaissent successivement la photobie, le larmoiement, la lagophthalmie et le boursouflement des paupières. Elles peuvent donc être d'un secours précieux dans ces conjonctivites chroniques.

L'inflammation peut être profonde et altérer une partie plus importante de l'organe de la vision ; ce n'est plus la muqueuse qui est malade, c'est la cornée transparente, et il y a *kératite*, soit aiguë, soit chronique. Les douches gazeuses sont employées aussi avec succès, mais il faut ap-

pliquer à la kératite aiguë les observations que j'ai présentées en parlant du traitement de la conjonctivite aiguë.

Lorsque la kératite est chronique, vasculaire et superficielle, ou ulcéreuse et profonde, les dangers qu'elle fait courir au malade rendent plus important encore le traitement par les douches.

Dans la kératite vasculaire superficielle, ou même interstiticielle, l'amélioration suit ordinairement les premières applications gazeuses.

Si la kératite est profonde et compliquée d'ulcérations, cause fréquente de la perte de la vue par écoulement du liquide des milieux et par procidence de l'iris, le jet d'acide carbonique, pour être moins prompt, n'est pas moins sûr dans son action curative. Ainsi, les ulcérations de la cornée se détergent, creusent de moins en moins, deviennent chaque jour plus superficielles, et le malade ne conserve bientôt plus que des albugos ou des leucomas qui disparaissent eux-mêmes sous l'influence d'une saison prolongée. (*M. Rotureau.*)

L'amaurose est, peut-être, l'une des maladies dans lesquelles l'influence des douches carboniques a le plus excité l'attention.

L'amaurose est ou en train de se produire ou confirmée, et c'est surtout dans sa première phase qu'il est important d'employer les douches gazeuses, afin d'empêcher son développement.

Sous l'influence des douches, la maladie s'arrête au bout de quelques jours, et il est des cas où, faisant subitement comme un retour sur elle-même, elle disparaît et laisse l'organe reprendre ses fonctions.

«Je ne saurais trop conseiller, dit M. Rotureau, de recourir le plus promptement possible à ce moyen curatif, dont

on a si souvent constaté l'efficacité, car on sait qu'après un certan délai l'amaurose, maladie toujours si grave et si inquiétante, devient incurable au dernier chef. »

Les *douches* de gaz carbonique doivent être appliquées, dans le commencement surtout, d'une manière très-délicate, sur les parties souffrantes et sensibles. Ce ne doit être qu'un léger souffle, une sorte d'haleine. Les ajustages qui ont une forme évasée, comme un entonnoir (fig. 2), élargissent le jet de gaz, le divisent et en adoucissent la force.

On modère aussi l'action du courant de gaz, en interposant ou en recouvrant la partie malade avec un morceau de mousseline ou de gaze; on place le malade à des distances plus ou moins grandes de l'orifice de l'ajustage d'où sort le courant de gaz ; enfin on interrompt, on suspend et on réitère, à des intervalles plus ou moins éloignés, l'application de la douche.

La durée des douches du gaz carbonique varie de 5 à 15 minutes ; on peut les répéter de deux à quatre fois par jour.

Appliquée sur la membrane muqueuse du nez, la douche de gaz provoque une sensation piquante, qui donne à quelques personnes l'envie d'éternuer; la sécrétion muqueuse devient abondante.

Dans les applications de la douche de gaz carbonique à l'intérieur de la bouche et du nez, il faut interrompre et suspendre le courant à chaque inspiration, afin de ne point laisser introduire le gaz dans la poitrine, ce qui produirait de l'irritation et une toux convulsive

Toutes les fois que la douche de gaz est appliquée à l'oreille, à l'œil ou à la face, le malade doit, à l'aide d'un mouchoir qu'il tient devant la bouche et le nez, tâcher

d'empêcher la pénétration du gaz acide carbonique dans les voies respiratoires.

Les douches de gaz carbonique chaud (+25 à 35° C.) sont spécialement utiles dans les affections rhumatismales, goutteuses, névralgiques, et spécialement dans les maladies de l'oreille.

Pour les maladies de l'oreille, le gaz carbonique peut être employé de deux manières différentes :

1° En douche, ou injection dans l'oreille externe ;

2° En injection, par la trompe d'Eustache, dans l'oreille interne, au moyen d'une sonde ou cathéter auriculaire, en gomme élastique, garni d'un mandrin flexible en fil d'argent.

La description des procédés minutieux du cathétérisme de l'oreille nous entraînerait trop loin. Ils sont, d'ailleurs, suffisamment expliqués dans les ouvrages spéciaux, et notamment dans un mémoire de M. Léon Deleau, *sur l'Emploi des douches d'air et du Cathétérisme de la trompe d'Eustache, dans le traitement des maladies de l'oreille.* Paris, 1863.

Si les simples douches d'air ont produit de bons effets dans certaines maladies de l'oreille, assurément les douches de gaz carbonique, qui est détersif et cicatrisant, ne peuvent manquer de produire aussi d'excellents résultats, surtout dans les cas de suppuration purulente ou d'origine scrofuleuse, confirmés d'ailleurs par les observations et les cures remarquables faites à Hombourg-les-Bains par un médecin distingué de cette localité.

Quant aux douches de gaz carbonique en injection dans le conduit auditif externe ou dans les oreilles, il faut que le jet ne soit pas trop fort ni trop vif, et qu'il ne détermine pas de sensation de froid.

On emploie les mêmes précautions pour les oreilles que pour les yeux, quand la sensibilité est très-vive.

Lorsque la température du gaz sortant de la terre est trop basse, que le gaz est froid, il convient de l'échauffer, comme il a été dit précédemment.

Après l'usage de la douche de gaz sur les oreilles ou sur les yeux, il faut, lorsque le temps est froid, garantir l'oreille au moyen d'un peu de coton, et les yeux en tenant un mouchoir au devant.

Les douches gazeuses rendent de très-grands services dans toutes les surdités qui tiennent à une affection chronique du conduit auditif externe : ainsi leur utilité est reconnue dans toutes les otorrhées qui dépendent, soit d'une subinflammation de la muqueuse, soit d'une maladie des os déterminée surtout par un vice scrofuleux.

Pendant l'application de la douche, le malade éprouve toujours et immédiatement une plus grande sensibilité de l'ouïe.

Il est à remarquer, même dans les surdités qui ne doivent pas guérir, que la perception des sons reste plus facile et plus distincte pendant près de deux heures après la douche et sous l'influence de son effet. Seulement, dans ces cas, et ce temps écoulé, la surdité revient à son même degré, tandis qu'elle diminue progressivement et de jour en jour chez celui qui peut être ramené à l'état physiologique.

Le médecin qui dirige la cure s'apercevra ordinairement, après quinze séances environ, si la maladie est ou n'est pas curable.

Les injections et les douches de gaz carbonique dans l'utérus et le vagin doivent se faire au moyen d'un spéculum en gomme élastique percé à jour à sa partie anté-

rieure, ou ayant plusieurs ouvertures longitudinales. Ce spéculum doit être fermé par un bouchon à travers lequel passe la canule, afin que le gaz ne s'échappe pas.

Le spéculum traverse un anneau ou bourrelet en caoutchouc élastique souple, et rempli d'air comme une pelote. Ce bourrelet, qui s'applique exactement sur les parties externes, empêche la sortie du gaz ou du liquide servant à l'injection vaginale.

Les injections utérines et vaginales doivent être administrées avec les plus grandes précautions et soigneusement surveillées ; car, lorsque ces organes sont enflammés, qu'ils sont excoriés, l'absorption de l'acide carbonique peut avoir lieu par les surfaces ainsi dénudées, et occasionner des accidents anesthésiques graves, même l'asphyxie de la malade.

Il faut, par conséquent, dans des cas semblables, agir avec prudence et surveiller, avec la plus grande attention, les symptômes généraux auxquels l'administration de la douche gazeuse pourrait donner lieu.

Contre-indications. Dans les maladies des yeux ou des oreilles, de l'utérus, il faut, en général, éviter de faire usage du gaz lorsqu'il y a une disposition inflammatoire, et toutes les fois qu'une irritation externe pourrait avoir de l'inconvénient. Il en sera de même lorsque la lésion n'est que symptomatique d'autres maladies internes ; que les malades sont sujets aux congestions de la tête ; enfin, lorsque la lésion est organique, ou qu'elle dure depuis plusieurs années. Dans tous les cas, l'usage de ce moyen serait inutile, sinon nuisible.

Aujourd'hui que les siphons d'eau gazeuse sont répandus partout, on peut faire usage de cet appareil, pour

administrer des douches et des injections, en adaptant au bec du siphon un tube en caoutchouc, muni de l'ajustage convenable. En *renversant* le siphon, le gaz sort, s'échappe lorsque l'on presse la soupape.

Si, au contraire, on place le siphon dans sa position ordinaire, on peut avoir une douche ou un jet d'*eau gazeuse.*

Il serait très-facile d'avoir, pour le service des hôpitaux, des vases siphoïdes de 5, 10 et 20 litres d'eau gazeuse, chargés à 6 atmosphères, et contenant 100 litres de gaz carbonique libre.

En adaptant au robinet du gaz siphoïde un tube en caoutchouc, de 1 centimètre de diamètre et de 1 à 2 mètres de longueur, et faisant faire à ce tube quelques circonvolutions dans un vase contenant de l'eau chaude, on peut donner, au gaz ainsi qu'à l'eau destinés aux douches et aux injections, une température de + 20 à 30° C.

Il faut employer de préférence des siphons dans les-

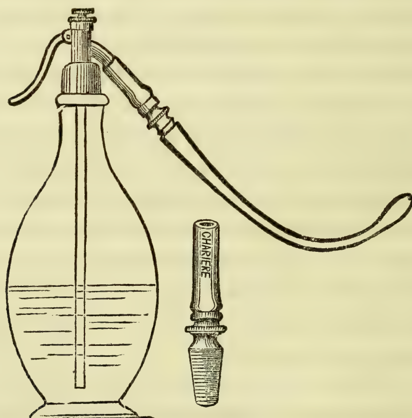


Fig. 6.

quels la soupape ou le robinet s'ouvrent en tournant un bouton horizontal placé à la partie supérieure du siphon.

Administration de l'acide carbonique en dissolution dans l'eau (eaux gazeuses) **ou mélangé à la vapeur d'eau, etc.**

A l'extérieur : en bains, douches, etc.

La manière d'administrer l'acide carbonique en dissolution dans l'eau, c'est-à-dire les eaux minérales gazeuses, à l'extérieur, sous forme de bains généraux ou partiels, de douches, d'injections, d'irrigations, de lotions, de fomentations, etc., ne présente aucune difficulté et n'exige point d'appareils spéciaux ; nous avons indiqué, du reste, les précautions à prendre et les modifications à faire dans certains cas particuliers, tels que les maladies de l'utérus, de la vessie, etc.; mais, comme l'acide carbonique est ici l'agent thérapeutique principal ou essentiel, il est très-important de faire usage de tous les moyens propres à éviter la déperdition spontanée et trop rapide du gaz, afin de maintenir cet agent, le plus longtemps et le plus exactement possible, en contact avec les organes sur lesquels il est appliqué.

Les bains généraux d'eaux minérales chargées de gaz carbonique peuvent et doivent être administrés à une température de 4° ou 5° centigr. au-dessous du degré ordinaire des bains, car l'acide carbonique dissous dans l'eau produit sur la peau une sensation de chaleur analogue à celle qu'y produit le gaz sec, si bien qu'un bain d'eau gazeuse à + 28 ou 30° centigr. paraît en avoir 35. D'un autre côté, si on élève la température du bain en le chauffant, on fait dégager trop promptement le gaz carbonique qu'il importe de conserver le plus possible.

Voici ce qu'on lit dans la thèse inaugurale de M. le docteur Moussel (1) au sujet des effets produits par le bain d'eau vésuvienne de Naples, qui contient une grande quantité de gaz acide carbonique libre.

« L'eau vésuvienne fait éprouver, au moment de l'immersion, la même sensation qu'un bain frais. Elle dépose promptement, à la périphérie du corps, une prodigieuse quantité de petites perles argentines, qui se détachent par le frottement et montent à la superficie, où il est facile de les recueillir : ce sont des bulles d'acide carbonique. Au bout de dix minutes, le bain paraît chaud. Après une demi-heure, il produit une démangeaison, un picotement général très-incommode ; le pouls est plein, la respiration et la circulation sont accélérées ; vingt minutes plus tard, la respiration et les mouvements du cœur sont précipités; un sentiment de cuisson de toute la surface cutanée ne permet pas de rester plus longtemps dans l'eau ; toute la peau est brûlante et d'un rouge écarlate. Un bain aussi prolongé laisse une faiblesse très-grande, qui dure deux ou trois jours. »

Les bains *partiels* ou *locaux* des bras, des cuisses, des jambes, etc., préparés avec de l'eau carbo-gazeuse, seront administrés, autant que cela sera possible, au moyen de manchons en caoutchouc ou en gutta-percha, dont les extrémités seront appliquées exactement sur la peau, de manière à ne laisser aucune issue au gaz qui tendrait à se dégager.

Il en sera de même pour les fomentations, les cata-

(1) *Traitement curatif de la diathèse scrofuleuse*, 1835, nº 78.

plasmes fermentants, les applications externes de linge ou de charpie trempés dans une eau gazeuse; il faudra les recouvrir très-exactement avec une étoffe imperméable, de la vessie, etc., de manière à empêcher, ou du moins, ralentir le dégagement et la déperdition trop rapide du gaz carbonique.

Les douches d'eaux carbo-gazeuses sont administrées de la même manière que les douches ordinaires, mais avec des ajustages d'un moindre diamètre ; ces douches produisent sur les parties douloureuses une excitation assez vive, quelquefois de l'irritation et une augmentation notable de la chaleur locale, avec rougeur, etc.

On peut les administrer plus ou moins chaudes, etc., suivant les indications et les prescriptions du médecin.

Quant aux douches utérines avec les eaux carbo-gazeuses, elles ne doivent être administrées qu'avec une grande prudence ; souvent elles produisent une irritation fâcheuse et ne conviennent guère que dans les cas de métrites chroniques *indolentes*. Il est nécessaire, au surplus, que la canule soit montée sur un tube flexible en caoutchouc, muni d'un robinet au moyen duquel on peut régler la force du courant. La malade, en pressant plus ou moins entre les doigts le petit tube en caoutchouc, peut aussi modérer à son gré la force de l'injection.

Nous sommes d'avis que, dans un grand nombre de cas, on doit donner la préférence aux *irrigations simples* vaginales et utérines, prises dans le bain, plutôt qu'aux douches et aux injections ordinaires.

M. le docteur Willemin indique, dans son intéressant ouvrage sur le *Traitement des maladies de l'utérus par les eaux de Vichy*, page 74, un moyen fort simple pour

pratiquer les irrigations vaginales pendant le bain.

« Il se compose d'un petit cylindre de fer-blanc, de 80 centimètres environ de hauteur, ouvert en entonnoir à son extrémité supérieure, qui mesure environ 10 centimètres de diamètre; il se rétrécit par le bas et se recourbe, à l'angle droit, en un conduit étroit, auquel s'adapte la canule de caoutchouc destinée aux injections ordinaires.

« Lorsque la malade qui veut en user s'est assise dans la baignoire, elle tient ce cylindre droit devant elle, appuyé sur le fond de la cuve; la canule est introduite dans le vagin, et à l'aide d'un petit vase elle remplit le tuyau de l'eau du bain; comme le liquide s'y trouve à un niveau plus élevé que celui de la baignoire, il s'écoule doucement au fond du vagin, par les orifices de la canule, jusqu'à ce que le niveau soit le même dans le cylindre que dans la cuve; on ajoute de nouvelle eau, et ainsi de suite tout le temps que doit durer l'irrigation.

« Il est évident que de cette manière on n'a aucune violence à redouter; le jet est d'une extrême douceur ; il se fait au milieu de l'eau, par le moyen d'une canule simple; les malades n'en peuvent éprouver aucune fatigue, puisque, une fois le cylindre rempli, l'opération se fait, pour ainsi dire, d'elle-même ; elle se continue sans gêne un quart d'heure, vingt minutes ou davantage. »

On peut aussi se servir d'un tube en caoutchouc d'environ 1 mètre ou $1^{m},20$ de longueur, portant à son extrémité supérieure un entonnoir que l'on place sous l'un des robinets qui apportent l'eau dans la baignoire, et dans lequel on laisse couler un filet d'eau tiède.

Comme la hauteur de la colonne d'eau est très-faible, elle a peu de force et produit plutôt une irrigation qu'une injection.

La simplicité de cet appareil, la facilité de son emploi, et surtout la douceur du jet à l'aide duquel on peut parvenir à donner un véritable bain au col de l'utérus, le recommandent particulièrement.

On peut aussi très-bien se servir des vases siphoïdes ordinaires, contenant de l'eau de Seltz artificielle, pour les douches et les injections, soit d'eau carbo-gazeuse, soit de gaz carbonique, qu'on obtient à volonté, en retournant le siphon sens dessus dessous. Voyez pages 475 et 492.

Bains et douches de gaz carbonique mélangé avec la vapeur d'eau chaude.

On peut augmenter considérablement la puissance du gaz carbonique en le mélangeant avec de la vapeur d'eau.

Quand on mélange de la vapeur d'eau avec le gaz carbonique, de manière à donner au gaz une température de 25 à 35° centig., pour le bain ou la douche, et + 15 à 20° centig. pour l'inhalation, les effets physiologiques et médicamenteux du gaz carbonique deviennent beaucoup plus rapides et plus intenses.

Le mélange destiné aux bains généraux ou partiels, aux douches, etc., se fait dans une sorte de barrique en bois, fermée, qui reçoit d'un côté le gaz carbonique, et de l'autre la vapeur d'eau, amenés par des tubes qui sont munis chacun de son robinet.

Le mélange de gaz et de vapeur s'opère dans l'intérieur de la barrique ; on ouvre plus ou moins les robinets pour régler l'entrée de la vapeur et du gaz. Un thermomètre, dont la tige graduée sort au dehors de l'appareil, indique la température du mélange. Une soupape de sûreté, disposée à la partie supérieure du vaisseau, prévient contre tout danger d'explosion.

Un robinet placé à la partie inférieure, près du fond de la barrique, sert à donner issue à l'eau qui se condense dans l'appareil.

Enfin un ou plusieurs tubes munis de robinets, placés à la partie supérieure de l'appareil, conduisent le gaz chaud et humide dans la baignoire à fumigation ou à bains de vapeurs, dont nous avons donné la description plus haut.

Comme le gaz ainsi préparé contient une quantité d'eau assez notable, qu'il mouille, il faut que le malade quitte ses vêtements pour entrer dans ce bain de vapeur gazeux.

L'appareil que nous venons de décrire n'est point absolument indispensable.

On peut faire arriver dans la baignoire même, ou la boîte fumigatoire, un courant de vapeurs d'eau ; et lorsque la baignoire est suffisamment échauffée, on ferme le robinet du conduit de la vapeur et l'on ouvre le robinet du conduit de gaz. On donne au bain la température convenable, en ouvrant ou fermant plus ou moins les robinets qui conduisent la vapeur et le gaz. Le malade, étant introduit dans la baignoire, on entretient un léger courant de gaz et de vapeur, de manière à obtenir et conserver la température prescrite.

Le tuyau de conduite de la vapeur doit être placé à la partie inférieure de la baignoire, tandis que le tuyau de conduite du gaz débouche à la partie supérieure.

Quelquefois on ne donne la vapeur que quand le malade est entré dans la boîte et qu'il y est renfermé. La peau devient bientôt humide et s'amollit par suite de la condensation de la vapeur de l'eau. Alors on ouvre le robinet du conduit de gaz carbonique.

Pour les douches de gaz carbonique mélangées à la vapeur d'eau, et administrées à l'aide d'un vase siphoïde, on fera passer le gaz au travers d'une boîte fermée contenant de l'eau qui est maintenue chaude au moyen d'une lampe, etc.

Bains bouillonnants.

Le docteur Piderit, de Meinberg, auquel la science est redevable d'un travail fort important sur les bains de gaz carbonique, a fait construire des baignoires à double fond, dans l'intervalle desquelles on fait arriver un courant fort et abondant de gaz, sous une pression de 40 centimètres à 1 mètre d'eau.

M. Piderit les appelle ***sprudel-bader,* — *bains bouillonnants.***

La baignoire est aux trois quarts enterrée dans le sol.

Le faux fond, c'est-à-dire le fond supérieur de la baignoire, est percé d'un grand nombre de petits trous de 1 à 2 millimètres de diamètre, comme un crible ou comme une écumoire.

Le baigneur se place, comme à l'ordinaire, dans la baignoire contenant de l'eau à + 30° centigr.; lorsque l'on ouvre le robinet du tuyau de conduite du gaz, celui-ci, qui est assez fortement comprimé par le gazomètre, se précipite vivement et sort entre les deux fonds de la baignoire, par les mille petites ouvertures du faux fond de la baignoire, en formant une quantité considérable de bulles qui s'élèvent à travers l'eau du bain, grattent la peau, la titillent agréablement, l'excitent plus ou moins vivement, et viennent ensuite s'épanouir et crever avec bruit à la surface de l'eau du bain, ce qui donne à celui-ci l'apparence d'une chaudière d'eau bouillant à gros bouillons;

toutefois une partie du gaz se dissout dans l'eau et lui communique ses propriétés spéciales.

Ces sortes de bains, que l'on ne trouve que dans les localités où l'on peut disposer d'une grande quantité de gaz carbonique (Meinberg), sont spécialement employées pour donner de la vitalité à la peau, pour l'exciter puissamment.

Comme la grande quantité de gaz qui est dégagée par le bain bouillonnant pourrait incommoder le baigneur, la ventilation du cabinet de bain doit être abondante; le gaz qui sort de la baignoire, dont le bord supérieur est un peu élevé au-dessus de la baignoire, descend peu à peu sur le sol, attendu qu'il est plus lourd que l'air et s'échappe au dehors par les ouvertures ménagées à cet effet au niveau du parquet.

Lorsque l'on ferme le conduit du gaz, l'ébullition de l'eau cesse instantanément. Ordinairement on laisse se prolonger l'ébullition pendant cinq à dix minutes. Après quoi l'on suspend, pour reprendre ensuite le bouillonnement pendant quelques instants, conformément à la prescription médicale.

On peut employer pour les bains bouillonnants, suivant les indications, soit de l'eau douce ordinaire, soit des eaux minérales chlorurées, alcalines, etc., mais c'est toujours l'acide carbonique qui est l'agent principal ou essentiel dans ces sortes de bains.

La sensation de chaleur produite par le bain bouillonnant a lieu moins rapidement que dans le bain de gaz sec; elle n'est pas, comme dans ce dernier, accompagnée de fourmillement, de picotement; après dix minutes la peau devient rouge, surtout dans les points du corps où

s'attachent les bulles de gaz ; les papilles deviennent saillantes.

Lorsque le bain bouillonnant a été administré d'une manière convenable, on ressent, après le bain, une chaleur douce et agréable au corps, une augmentation notable de la force; on éprouve de la souplesse et de l'énergie dans les muscles ; ces effets ont ordinairement une durée de six heures chez les personnes bien portantes, et de douze à vingt-quatre heures chez certains malades, sans que ceux-ci ressentent aucune sorte de fatigue ou d'incommodité de ces bains.

Voici, d'après M. Piderit, les différences essentielles que produit le bain de gaz carbonique :

Sec.	*Humide* (mélangé avec de l'eau).
1° On éprouve immédiatement une sensation particulière et vive de chaleur.	Cette sensation a lieu moins promptement ; elle est plus douce, moins vive, mais très-perceptible.
2° On ressent un fourmillement, un picotement à la peau.	Cette sensation n'a pas lieu.
3° La transpiration se manifeste et devient abondante dans le bain.	La transpiration a lieu rarement dans le bain, mais elle a lieu après.
4° Quelquefois on éprouve un peu de fatigue, de pesanteur.	On éprouve pendant et après le bain une plus grande légèreté, une plus grande facilité des mouvements musculaires.
5° La peau rougit faiblement.	La peau devient rouge, marbrée, turgescente, rugueuse.
6° La sécrétion urinaire n'est pas toujours augmentée.	Cette sécrétion est ordinairement augmentée.

Sec.	*Humide* (mélangé avec de l'eau).
7° Le pouls éprouve peu de changements.	Le pouls est plus plein et plus fort, mais il devient plus lent.
8° Les effets du bain sont fugaces et se dissipent facilement à l'air.	Ces effets sont beaucoup plus durables.
9° Le bain de gaz sec ne convient pas à tous les malades.	Ceux qui supportent le bain de gaz sec supportent également bien le bain bouillonnant.
10° Le bain de gaz sec paraît agir comme stimulant sur les nerfs de la peau.	Ce bain paraît agir plus spécialement sur les fluides de l'économie par l'absorption du gaz.

Le bain bouillonnant convient plus particulièrement aux femmes, aux personnes dont la fibre est lâche. Il donne à la peau de l'élasticité, de la souplesse, avec une coloration juvénile et rosée.

Douche bouillonnante.

On peut de même faire arriver dans la baignoire un tuyau de conduite rempli de gaz carbonique comprimé, muni, à son extrémité, d'un ajustage de forme et dimension convenables, de manière à produire un jet puissant ou une douche bouillonnante que l'on dirige vers les parties malades.

Cette douche peut être appliquée localement avec de grands avantages dans des circonstances où le jet du gaz *sec* aurait des inconvénients.

La transpiration n'est pas abondante pendant la durée du bain, mais elle le devient après la sortie.

La sécrétion urinaire est également augmentée.

Le pouls devient plus plein, plus fort, mais il ne bat guère plus vite.

Bains de gaz carbonique avec une lampe.

Procédé très-simple pour obtenir un bain de vapeur mélangé d'acide carbonique.

« L'emploi médical du gaz acide carbonique, dit M. Faivre d'Esnans, m'a rappelé les effets d'une médication empirique que je mets en usage depuis longtemps dans les affections rhumatismales, et dont je m'explique mieux aujourd'hui le mode d'action. Il s'agit d'un bain de vapeur, domestique, que l'on administre de la manière suivante, et qui, maintes fois, m'a donné d'excellents résultats.

« Le malade, entièrement nu et couché sur un lit, est recouvert, à l'exception de la tête, d'un drap et d'une couverture tenus à 50 centimètres de distance du corps à l'aide d'un cerceau. Cela fait, on place entre les jambes du patient un pot de grès ou de faïence au fond duquel a été fixée une bougie de cire ou de stéarine, de 12 à 14 centimètres de longueur. On allume cette bougie, et, pour en favoriser la combustion, on soulève légèrement, dans un point quelconque, le bord du drap. Alors, voici ce que l'on observe : au bout d'une demi-heure, le visage du malade se couvre d'une sueur qui devient de plus en plus intense à mesure que la chaleur se développe sous le cerceau, et, quand la bougie est complétement brûlée, on transporte le rhumatisant dans un lit bien chauffé. Il continue à transpirer et il s'endort d'un sommeil profond qui dure quelquefois six ou sept heures. Il est rare que les douleurs ne disparaissent pas entièrement après deux bains administrés de cette manière.

« Or le gaz acide carbonique, qui, pendant la combustion de la bougie, se produit concurremment avec du calo-

rique et de l'eau, me paraît jouer ici le rôle essentiel, car l'expérience m'a prouvé que la chaleur et la vapeur d'eau seules sont loin de produire des effets thérapeutiques aussi remarquables (1). »

Une petite lampe à alcool (une veilleuse) placée au fond d'un bol ou d'une tasse contenant un peu d'eau froide (2 ou 3 centimètres de hauteur), afin d'empêcher que l'alcool ne s'échauffe trop par la chaleur du lit et ne s'enflamme, est un moyen très-convenable pour administrer un bain économique de vapeur carbo-gazeuse.

Il faut avoir grand soin, bien entendu, que l'alcool ne se renverse ou ne prenne feu. Il ne faut donc mettre dans la lampe qu'une petite quantité d'alcool, c'est-à-dire la quantité justement nécessaire pour la durée du bain.

Si on place au-dessus de la flamme de la lampe une petite bouilloire contenant de l'eau chaude et des plantes aromatiques, on obtiendra un bain de gaz carbonique et de vapeur d'eau très-utile dans certains cas et très-économique.

Gaz carbonique mélangé avec d'autres gaz.

Le gaz carbonique dégagé de la terre ou des sources minérales n'est pas toujours pur ; il contient souvent des proportions plus ou moins considérables d'air atmosphérique, d'azote, de gaz hydrogène carboné, sulfuré, etc.

A Vichy, à Franzensbad, à Nauheim, le gaz carbonique qui se dégage de la terre est presque pur.

A Marienbad, le gaz carbonique est naturellement mélangé à une petite quantité de gaz sulfhydrique (*Reuss*).

A Eilsen, à Nenndorf, il y a un dégagement d'hydro-

(1) *La France médicale*, décembre 1860.

gène sulfuré avec une petite proportion de gaz carbonique (*M. Heidler*).

Les effets thérapeutiques de ces divers mélanges dépendent de la nature et des proportions relatives des gaz qui les constituent.

L'addition du gaz hydrogène sulfuré est utile en bains contre les maladies de la peau et du système lymphatique; mais, pour l'inhalation, ce dernier agent a une action excitante, et souvent trop irritante.

Administration du gaz carbonique à l'intérieur.

1° Par les voies alimentaires : *déglutition ;*

2° Par les voies respiratoires : *inhalation.*

L'ingestion de l'acide carbonique gazeux dans les voies alimentaires se fait au moyen d'un petit tube à l'aide duquel on aspire ou l'on reçoit dans la bouche, le gaz, que l'on avale ensuite pour le faire passer dans l'estomac, comme on le fait pour les aliments.

La déglutition de l'acide carbonique gazeux est assez incommode; c'est pourquoi, lorsqu'il n'y a pas d'indications contraires, il vaut mieux ingérer ce gaz dissous dans l'eau ou d'autres liquides, sous la forme de boisson gazeuse.

Toutefois, dans certaines affections du pharynx, du larynx, de l'œsophage, la déglutition de l'acide carbonique gazeux peut être indiquée et présenter certains avantages.

M. Simpson (1) a obtenu des effets analgésiques fort importants des douches de gaz carbonique, sur la muqueuse de la trachée, dans des cas de bronchite chronique, d'asthme, de toux nerveuses, etc.

(1) *Edinburg medical Journal*, juin 1858.

M. le docteur Bodé a employé, d'une façon fort utile, le gaz à l'intérieur, dans certains accidents du tube digestif et dans certains troubles des sécrétions gastriques ou intestinales.

« Lorsque, sous l'influence d'une *dyspepsie,* dite essentielle, en attendant que nous sachions mieux de quelle lésion elle dépend, dit M. Rotureau, le malade ne digère plus ou digère mal, l'injection de l'acide carbonique a pour effet de permettre à certains aliments de passer et de rendre, de jour en jour, les digestions moins laborieuses. Elle a encore d'autres avantages : les vomissement de matières muqueuses, lorsqu'ils existent, deviennent moins fréquents et finissent par disparaître. On cesse aussi d'observer de la constriction et de la douleur épigastriques ; les aliments, de plus en plus substantiels, sont tolérés ; et la nutrition devenant progressivement plus complète, les malades ne tardent pas à voir leur maigreur diminuer, leur teint reprendre un peu d'animation, et leurs traits un aspect moins langoureux et moins abattu. »

Quand la dyspepsie est survenue à la suite d'une lésion organique de l'estomac, ou quand elle est sous l'influence d'une altération d'un organe éloigné, l'injection du gaz est nécessairement sans efficacité, et même elle pourrait être nuisible.

Inhalation du gaz carbonique.

1° Dans les maladies des voies respiratoires ;

2° Comme agent anesthésique.

1° Le gaz carbonique pur, ou même mélangé avec un volume égal d'air atmosphérique, est irrespirable ; il détermine l'occlusion convulsive de la glotte et un commencement de suffocation.

En contact avec la muqueuse nasale, il l'irrite et la pique vivement, comme le ferait l'ammoniaque.

Lorsqu'il est appliqué pur sur les yeux, il y produit une sensation de brûlure si vive, que l'on ne peut supporter l'action du gaz sur cet organe pendant plus de cinq à six secondes. Il faut interrompre à plusieurs reprises.

Il suit de là :

1° Que l'on ne peut pas inhaler l'acide carbonique pur et qu'il faut le mélanger avec une forte proportion d'air atmosphérique; 2° que l'on doit éviter de mettre ce gaz en contact avec les yeux et les narines.

L'inhalation du gaz carbonique pour le traitement des maladies qui affectent les organes de la respiration ou de la voix a lieu de plusieurs manières.

1° On hume, on aspire le gaz au moyen d'un petit tube en métal ou en caoutchouc, en communication soit avec un réservoir de gaz ou gazomètre, soit avec la couche gazeuse qui se trouve naturellement au-dessus des sources minérales et des puits qui laissent exhaler ce gaz ; soit enfin avec de l'air pris à la surface d'un vase contenant de l'eau carbo-gazeuse. Le humage fatigue assez promptement les malades.

Dans cette opération, l'air atmosphérique est aspiré par le nez en quantité suffisante pour que le mélange soit respirable.

2° On injecte dans la bouche, largement ouverte, le gaz carbonique qui s'échappe d'un petit tube que l'on tient à la main, à la distance d'environ 30 à 60 centimètres.

Le gaz carbonique entraîne avec lui une certaine quantité d'air atmosphérique ambiant, de telle sorte qu'il est suffisammen tmélangé avec l'air, pour ne pas incommoder.

Le gaz doit avoir été préalablement recueilli dans un

gazomètre à contre-poids, d'où il sort avec une force et une vitesse déterminées.

La pression des doigts sur les parois élastiques du petit tube flexible en caoutchouc suffit pour régulariser la force et l'écoulement du jet de gaz, suivant la convenance du malade.

« J'essayai, dit M. Willemin, les inhalations de gaz carbonique chez un certain nombre d'*asthmatiques* (avec *emphysème* du *poumon*). Je leur fis pratiquer d'abord, pendant dix minutes, puis pendant vingt, et, dans certains cas, deux fois par jour, le humage de ce gaz mêlé d'air. Pour cela, je recommandai d'aspirer le gaz de l'appareil, en laissant la bouche entr'ouverte, de manière à inhaler en même temps une certaine quantité d'air. Et, à ce sujet, j'ai pu me convaincre que l'inhalation réelle, c'est-à-dire l'introduction du gaz acide carbonique dans les voies aériennes, se fait plus rarement qu'on ne le croit. En effet, le jet de gaz arrive au fond de la bouche; mais, par un mouvement instinctif dont les sujets ne sont pas maîtres, le voile du palais s'abaisse et forme comme un écran ; la véritable respiration se fait par les voies nasales. Cela est si vrai, que, lorsqu'on fait boucher les narines, et que l'on oblige ainsi à inhaler le mélange de gaz carbonique et d'air, une sensation toute nouvelle est éprouvée. »

Quelquefois il y a deux tuyaux de conduite, l'un pour le gaz, l'autre pour l'air atmosphérique; les deux gaz viennent se réunir et se mélanger dans un troisième tube d'où s'échappe le mélange d'air à respirer.

On peut, en ouvrant plus ou moins les robinets, faire varier à volonté les proportions relatives des deux gaz, ainsi que la vitesse de l'écoulement.

Un vase siphoïde, renversé, peut également fournir un jet de gaz suffisant, dans un grand nombre de cas.

3° L'*inhalation* a lieu le plus ordinairement *dans une pièce* ou un salon dans lequel l'air atmosphérique se trouve mélangé avec une proportion convenable et *déterminée* de gaz carbonique.

La proportion la plus convenable du gaz carbonique pour le mélange d'air et de gaz destiné à l'inhalation varie de 2 à 4 ou 5 parties de gaz carbonique pour 95 ou 98 parties d'air atmosphérique; on peut quelquefois pousser jusqu'à 8 ou 10 pour 100; mais, au-dessus de cette quantité, la surexcitation arrive quelquefois très-promptement, et il pourrait y avoir danger d'asphyxie.

Si le gaz est mélangé à l'air en même temps qu'à de la vapeur d'eau, l'inhalation devient encore plus facile et en même temps plus puissante.

En faisant évaporer, dans un appartement, des eaux minérales riches en gaz carbonique, on peut obtenir aussi un mélange de gaz carbonique et de vapeur d'eau très-convenable pour l'inhalation.

Lorsque le mélange d'air et de gaz carbonique destiné à l'inhalation est fait dans les proportions convenables, l'inspiration de ce mélange produit dans la gorge et dans la poitrine un sentiment de chaleur douce, qui se propage ensuite à tout le corps. Les malades éprouvent un bien-être particulier dans la poitrine; les poumons se dilatent davantage ; la poitrine s'élargit; la respiration et le pouls s'accélèrent; après quelque temps, le visage devient rouge, le front se couvre de sueur ; la cornée devient plus brillante, la pupille plus resserrée; une transpiration abondante se manifeste sur toute la surface du corps. Ces divers phénomènes disparaissent après que l'on a cessé

l'inhalation du gaz; ils ne laissent aucune fatigue et n'ont point de suites fâcheuses.

« On ressent d'abord, dit M. Willemin, une certaine gêne, une irritation légère du larynx et des bronches; c'est là l'effet primitif ou d'excitation.

« Cette irritation est de courte durée; et les malades arrivent, dès les séances suivantes, à une parfaite tolérance pour l'inhalation. J'ai vu, au début, le pouls s'élever, dans l'intervalle de quelques minutes, de 70 à 80 pulsations; et chez une dame très-impressionnable, qui éprouva des spasmes nerveux et une dyspnée extrême, le pouls est même monté une fois de 72 à 88; je fis interrompre, au bout de quelques minutes, le calme était revenu, et, après une reprise, la respiration, qui était gênée au début de la séance, *était devenue libre.* C'est l'effet de sédation qui succède à l'excitation primitive, et qui paraît dépendre d'une action spéciale de gaz sur le système nerveux (1). »

Les effets de l'inhalation du gaz carbonique sont plus prompts et plus actifs chez les femmes et les enfants que sur les hommes.

Mais lorsque le mélange à respirer contient une trop forte proportion d'acide carbonique, ou bien lorsque l'on continue l'inhalation pendant trop longtemps, la surexcitation ne tarde pas à se manifester plus tôt ou plus tard, selon les individus; alors la respiration devient courte et difficile, la chaleur insupportable; il y a fatigue et oppression de la poitrine; toux, douleurs de tête, crampes, évanouissements, etc.

(1) *Des inhalations et des bains d'acide carbonique à Vichy*, par M. le docteur Willemin. *Revue d'hydrologie médicale*, 15 décembre 1858, page 66.

Des salles d'inhalation. — Leur construction.

Le salon d'inhalation du gaz carbonique peut avoir des dimensions variées : 5 mètres de chaque côté, sur une hauteur de 4 mètres, sont une dimension fort convenable, ayant une capacité de 100 mètres cubiques d'air.

Les portes et fenêtres doivent joindre et fermer très-exactement; elles sont doubles. Il doit y avoir un petit vestibule et une antichambre également bien fermés, ayant chacun une double porte en avant de l'entrée de la salle d'inhalation ; cela est indispensable, sans quoi le gaz s'échapperait au dehors, ou l'air extérieur entrerait dans la salle d'inhalation chaque fois que l'on ouvrirait les portes pour entrer et sortir.

Le gaz carbonique est conduit dans la salle au moyen d'un ou plusieurs gros tuyaux appliqués contre les parois des murs; ces conduits s'avancent et s'élèvent jusqu'au milieu du plafond de la salle, où le gaz arrive dans une grande couronne métallique percée, à jour, de petits trous par lesquels il s'échappe et se répand dans la salle.

Des robinets et des soupapes servent à régler l'écoulement du gaz.

Si, au lieu du gaz *sec*, on veut avoir du gaz humide, on fait arriver, dans l'intérieur de la couronne, un filet d'eau qui tombe en pluie fine, en passant avec le gaz par les petits trous de la couronne. Cette eau est recueillie dans un bassin placé au milieu du salon, au-dessous de la couronne.

Si, enfin, on veut que le gaz soit mélangé avec de la vapeur d'eau chaude, on fait arriver de la vapeur produite au moyen d'un générateur par un autre tube également muni d'un robinet; cette vapeur se mêle avec le gaz car-

bonique dans l'intérieur de la couronne suspendue au milieu du plafond.

A l'aide de ces divers moyens combinés, le gaz sec, l'eau en pluie ou en vapeurs, on peut avoir, dans la salle d'inhalation, soit du gaz carbonique sec, soit du gaz plus ou moins mélangé avec de la vapeur d'eau froide ou chaude, et donner à la pièce la température que l'on désire.

Le gaz carbonique, humide ou chargé de vapeurs d'eau, est respiré plus facilement que le gaz sec.

Enfin, il est nécessaire que la salle d'inhalation du gaz soit précédée d'une antichambre où l'on puisse se reposer et séjourner pendant les intervalles de l'inhalation, et surtout après le bain de gaz mélangé à la vapeur d'eau, afin d'éviter les transitions brusques de température et les refroidissements auxquels on serait exposé, en sortant immédiatement de la salle d'inhalation échauffée, et enfin pour s'habituer peu à peu à respirer l'air frais du dehors.

Dans plusieurs localités, à Ems, etc., on injecte dans la bouche le gaz venant d'un gazomètre à pression constante, auquel sont adaptés des petits tubes en caoutchouc vulcanisé que le malade tient à la main. En pressant plus ou moins le tube entre les doigts, il régularise à sa volonté la force du jet et l'écoulement du gaz.

Les inhalations d'acide carbonique ne doivent pas dépasser certaines limites, même assez restreintes, suivant les indications. Il est convenable d'imposer un délai de dix minutes d'abord, pour une séance, qu'on pourra, au besoin, récidiver dans la même journée. Ces inhalations seront faites la bouche ouverte, de façon à aspirer, en même temps que le gaz, une certaine quantité d'air,

qui en atténue les effets. Plus tard, on prolongera la séance de quinze à vingt minutes, sans aller au delà d'une demi-heure. Dans quelques cas, c'est bien plus le douchage de la partie malade que l'inspiration du gaz qu'il importe de rechercher, comme dans certaines phlegmasies chroniques du pharynx, l'angine chronique, l'état œdémateux de la muqueuse du pharynx ou de la glotte.

« J'ai vu, dit M. le docteur Barbier (1), les plus heureux résultats de ces injections dans le coryza léger, subaigu, avec inflammation peu vive de la muqueuse pharyngienne, altération de la voix et bronchite subaiguë. Les effets ont été obtenus avec rapidité. Les inflammations des voies respiratoires, prises au début, pourraient être très-efficacement modifiées par la médication hydro-carbonique, et même enrayées, alors que celle-ci devient nuisible dès que la phlegmasie est franchement développée. »

Lorsqu'il s'agit de phlegmasie franche, aiguë, on doit *proscrire* l'usage de ces inhalations, qui, dans ce cas, ne peuvent qu'exagérer la maladie.

Inhalation du gaz carbonique comme agent anesthésique.

Lorsqu'on respire, pendant un certain temps, de l'acide carbonique mélangé avec une proportion assez considérable d'air atmosphérique, ce gaz produit peu à peu l'anesthésie sans suffocation, sans douleur, sans perturbations graves apparentes; l'insensibilité se manifeste graduellement, sans que les traits du visage présentent aucune altération. Le sujet peut être facilement rappelé à la vie, même après un temps assez long de mort apparente.

Lorsque l'on veut employer le gaz carbonique en inha-

(1) *Le Monde thermal*, 1863, page 196.

lation, comme agent *anesthésique général*, il faut user de certaines précautions que nous avons indiquées dans un mémoire intitulé ***Note sur l'emploi du gaz carbonique comme agent anesthésique***, et qui a été publié dans les ***Comptes rendus de l'Académie des sciences***, mars **1858**, et dans la ***Revue médicale***, avril **1858**.

En voici les conclusions :

« Au point de vue de l'application du gaz carbonique à la thérapeutique chirurgicale, comme agent anesthésique général, nous pensons qu'il serait convenable de produire ou de déterminer l'anesthésie par le chloroforme, puis de continuer l'effet anesthésique au moyen du gaz carbonique mélangé avec beaucoup d'air (**80** ou **90** pour **100** d'air). De cette manière on éviterait les dangers et les inconvénients que présente l'emploi du chloroforme seul ; car on pourrait graduer à volonté la force du mélange du gaz carbonique et d'air, par conséquent graduer aussi l'intensité de l'action anesthésique, et surtout en prolonger indéfiniment la durée, sans mettre en danger la vie du malade. »

Avantages et inconvénients de l'acide carbonique comparés à ceux des éthers et du chloroforme.

« On peut facilement comprendre, dit M. Ozanam (mémoire cité, p. 63), l'avantage immense qui résultera de l'emploi de l'acide carbonique en inhalation. — Voyez pages **185** et **238**.

« Ce corps est, en effet, très-facile à préparer et peu coûteux : on l'obtient toujours identique dans sa composition, tandis que l'éther, le chloroforme, l'amyline, d'une préparation compliquée et coûteuse, varient souve n t d composition, soit par l'impureté du produit, soit par une

rectification plus ou moins parfaite. L'acide carbonique, en outre, se trouve absorbé en quantités à peu près égales, quelle que soit la température au moment où se fait l'expérience, et par conséquent il doit produire des effets plus réguliers et plus constants que les éthers et le chloroforme, dont les vapeurs, presque nulles à zéro, acquièrent une tension rapide quand la température s'élève, en sorte que les effets peuvent en être subitement décuplés au moment où le chirurgien, préoccupé de l'opération, y pense le moins. Cependant la chaleur paraît exercer aussi une certaine influence sur les effets produits par l'acide carbonique, dont elle augmenterait notablement la force. »

M. Fordos a fait connaître un appareil à injections d'acide carbonique qu'il nomme gazo-injecteur, pouvant varier à la fois de formes et de dispositions, pour donner des douches ou des injections, soit d'acide carbonique pur, soit d'acide carbonique chargé de vapeurs de chloroforme ou de tout autre liquide volatil.

Cet appareil se compose d'une carafe fermée par un bouchon en étain, lequel contient, dans son intérieur un étui percé à jour, dans lequel on place une couche épaisse de morceaux d'éponge imbibés de chloroforme. A la partie supérieure du bouchon s'adapte un long tube en caoutchouc, terminé par une canule.

On met au fond de la carafe 30 grammes d'acide tartrique en cristaux, et par-dessus 38 grammes de bicarbonate de soude en poudre; on ajoute 1/4 de litre d'eau et on détermine le dégagement de l'acide carbonique, qui se fait lentement, parce qu'il ne se produit qu'au fur et à mesure de la dissolution des cristaux.

On agite de temps en temps, lorsque c'est nécessaire. Pour obtenir l'acide carbonique chargé de vapeurs de

chloroforme, on verse 5 à 6 grammes de ce liquide sur l'éponge contenue dans le tube en étain, avant d'introduire dans l'appareil les substances qui doivent produire l'acide carbonique. Le gaz, en traversant les éponges, se charge de chloroforme et l'entraîne avec lui.

« Par l'emploi simultané des deux composés doués de propriétés anesthésiques, dit M. Réveil (1), on produit l'anesthésie plus promptement et plus sûrement. L'anesthésie est produite plus promptement qu'avec l'acide carbonique seul et présente plus de durée. »

CHAPITRE VI.

Règles générales a observer, soins et précautions a prendre pour l'administration des bains, douches et inhalations de gaz carbonique.

En général, il n'est pas nécessaire de faire une cure préparatoire avant le traitement par le gaz. Pour quelques maladies, cependant, il faut faire précéder le traitement carbo-gazeux par des saignées, par l'usage de quelques eaux minérales résolutives, purgatives ou tout autre traitement approprié. Le médecin peut seul, après avoir examiné soigneusement la nature de la maladie et la constitution du malade, décider la manière d'employer le gaz; s'il faut l'employer sec ou mélangé avec de la vapeur

(1) *Formulaire raisonné des médicaments nouveaux;* Paris, 1864.

d'eau, s'il faut faire usage concurremment des eaux mi-rales en bain ou en boisson, etc.

Le bain de gaz peut être pris à toute heure du jour et dans toutes les saisons ; cependant on choisit de préférence l'après-midi, parce qu'alors la température plus élevée de l'atmosphère favorise l'action de l'acide carbonique sur la transpiration.

Toutefois la sensibilité de la peau est moindre l'après-midi qu'elle ne l'est dès le grand matin ; le médecin doit, suivant les besoins, prescrire l'heure la plus convenable de la journée.

En général, on ne doit pas administrer les bains de gaz ni le matin de très-bonne heure, ni le soir, pour ne pas troubler la transpiration cutanée, dont l'activité s'accroît beaucoup par cette sorte de bains. Un trouble dans cette fonction serait nuisible surtout aux personnes atteintes d'affections rhumatismales et goutteuses.

Pour les malades de cette espèce, les mois les plus favorables pour la cure de gaz sont les mois de juillet jusqu'à septembre, et pour les affections nerveuses, depuis mai jusqu'à juillet.

Il est indispensable de prendre les plus grandes précautions contre toutes les causes de refroidissement, quand on sort du bain de gaz.

On ne peut pas assez prévenir les malades contre le danger de l'air du soir, souvent frais et chargé de brouillard, même pendant l'été.

Enfin on doit même éviter aussi de prendre des bains et des douches de gaz carbonique par les temps froids et humides, pour ne point s'exposer à arrêter la transpiration.

Ordinairement on ne prend le bain de gaz que de deux

jours l'un; cependant il est des circonstances où il convient de l'appliquer tous les jours.

Dans les cas où la peau, inerte et indolente, n'éprouverait aucun effet du gaz, on la disposera favorablement par une promenade ou un exercice modéré, avant de prendre le bain. Le bain de gaz carbonique, mélangé à la vapeur d'eau, triomphe promptement de cet état d'inertie de la peau.

Dans les affections périodiques nerveuses, l'emploi du gaz présente plus de chances de réussite au commencement des accès que pendant les intervalles.

Il est inutile de se déshabiller, ou du moins de quitter tout à fait ses vêtements, pour prendre les bains de gaz carbonique; ce fluide déplace l'air atmosphérique, pénètre facilement les étoffes et arrive très-bien jusqu'à la peau, et pendant même dans l'intérieur des bottes.

Cependant il est convenable de desserrer les ligatures, les jarretières, les corsets, qui pourraient gêner la circulation du sang.

Il ne faut porter sur soi, lorsqu'on va prendre un bain de gaz, ni bagues, ni boucles d'oreilles, ni autres objets métalliques, car ils pourraient être altérés par le gaz hydrogène sulfuré, qui est assez souvent mélangé au gaz acide carbonique naturel, c'est-à-dire qui sort de la terre.

On reste debout dans le bain de gaz en piscine, ou bien on s'assied sur un banc plus ou moins élevé; il ne faut jamais oublier que la tête doit toujours dépasser suffisamment le bord supérieur du bassin, car l'acide carbonique s'élève jusque-là. On évitera ainsi de respirer un air trop imprégné de gaz.

Il faut éviter aussi de se baisser vers le fond du réser-

voir, de faire des mouvements brusques, pour ne pas remuer la couche d'acide carbonique et n'y pas faire entrer l'air de la salle de bains.

Si l'on éprouve quelques symptômes de pesanteur à la tête, des vertiges, de l'oppression, il faut sortir du bain immédiatement et aller respirer l'air du dehors : ces symptômes se dissipent immédiatement.

On séjourne ordinairement un quart d'heure, et tout au plus une demi-heure, dans le bain en piscine ; mais on doit le quitter aussitôt que l'on sent venir le mal de tête ou quelqu'un des symptômes qui annoncent l'irritation ou la surexcitation.

Quand on doit s'exposer à une action plus puissante de l'acide carbonique, il faut se rapprocher de l'endroit de la piscine où se trouve l'embouchure des conduits par lesquels arrive le gaz.

Il faut avoir grand soin de ne pas s'endormir dans le bain de gaz, par suite de la chaleur agréable qu'il produit. Si l'on ne peut résister au sommeil dans ce bain, il vaut mieux le quitter de suite ; car c'est souvent déjà un symptôme anesthésique produit par l'acide carbonique.

Les malades disposés à l'apoplexie, au vertige et à l'évanouissement exigent des attentions particulières, et il faut veiller avec soin à ce qu'ils ne s'endorment pas dans le bain.

Chez les malades atteints d'affections nerveuses, il faut surveiller aussi avec attention les effets du gaz, surtout s'il y a éréthisme, agitation, insomnie, excitation du système sexuel, congestion au cerveau, à la poitrine, etc.

Après avoir pris un bain de gaz, on ne doit point s'exposer brusquement à l'air, surtout lorsque le gaz a déterminé une abondante transpiration. Il convient de se couvrir

très-chaudement, de se garantir les yeux avec un mouchoir, les oreilles avec du coton. Arrivé chez lui, le malade doit prendre du repos et favoriser une douce transpiration. Il est à noter, cependant, que l'effet général des bains de gaz carbonique est de raffermir et fortifier la peau, de la rendre moins susceptible et moins impressionnable par les influences atmosphériques.

La durée totale du traitement par le gaz carbonique varie suivant l'espèce de maladie, l'individualité du malade et les effets plus ou moins prompts que l'on obtient. Elle est ordinairement de quatre à six semaines, quelquefois moins. On peut recommencer ce traitement après un intervalle de quelques semaines, lorsque la maladie est opiniâtre.

On doit interrompre l'usage des bains de gaz quand les hémorroïdes coulent abondamment et pendant les époques de la menstruation, surtout lorsque celle-ci est copieuse.

Les femmes irritables, sujettes aux avortements, ne doivent prendre ni bain de gaz général, ni douche sur le bas-ventre, surtout dans le temps de leur grossesse, car elles s'exposeraient à une hémorragie utérine, et, par suite, à un avortement.

Les bains de gaz peuvent être nuisibles aussi à la sécrétion du lait chez les femmes nourrices, car ils appellent les fluides plutôt vers les organes génito-urinaires et augmentent beaucoup la transpiration cutanée.

Pour les enfants, pendant les premières années de la vie, le traitement par le gaz carbonique est généralement trop excitant; dans un âge plus avancé de l'enfance on peut en faire usage, mais exceptionnellement et avec une surveillance particulière.

M. Ch. Bernard (1) a signalé quelques cas dans lesquels les injections de gaz carbonique auraient produit des accidents généraux.

Ces accidents, tout à fait analogues à ceux qu'on observe au commencement de l'asphyxie par le gaz du charbon, consistent en céphalalgie, bourdonnements d'oreille, étourdissements, nausées, somnolence continuelle, faiblesse. Il y eut, en outre, pendant quelques jours, chez une malade, incontinence d'urine. Les premiers symptômes se sont manifestés deux fois, avec une certaine intensité et très-rapidement, à la suite des injections vaginales.

Une circonstance relative à ces troubles généraux mérite d'être indiquée ici, c'est qu'ils ne se sont montrés que chez les femmes atteintes d'un engorgement simple du col, avec ou sans ulcération. Ils ont complétement manqué dans les cas de cancer, ou du moins ils ont été si fugaces, qu'ils sont passés inaperçus pour les malades comme pour le médecin.

Nous avons déjà dit que, chez quelques personnes irritables des deux sexes, l'usage des bains de gaz carbonique, surtout des douches et des injections locales, détermine assez souvent une surexcitation des organes sexuels, des désirs érotiques et même des pollutions spontanées, etc.

Quand ces accidents se manifestent, il faut prendre les mesures convenables pour les éviter et empêcher qu'ils ne se renouvellent; il faut très-peu manger le soir, choisir des aliments végétaux et très-légers; s'abstenir de vin, de

(1) M. Ch. Bernard, *Gazette des hôpitaux*, 1857, page 570.

liqueurs, de café; se laver avec de l'eau froide avant de se coucher, etc.

Le régime alimentaire que l'on doit suivre, lorsque l'on fait usage des bains de gaz carbonique, doit être analogue à celui qu'il convient généralement de suivre dans les stations hydro-thermales.

Ce régime sera sobre, frugal, adoucissant, quoique suffisamment substantiel, pour réparer les pertes occasionnées par une transpiration abondante; on fera, de préférence, usage d'aliments de nature végétale.

On devra éviter avec soin les aliments échauffants, pris surtout en trop grande quantité, les boissons alcooliques, et aussi les exercices trop violents, car le traitement par le gaz exerce déjà par lui-même une action excitante, quelquefois surexcitante sur le système nerveux et sanguin.

Nous répéterons que l'emploi des bains et douches de gaz carbonique est nuisible dans les inflammations externes, arthritiques ou rhumatismales, dans les dartres et autres éruptions d'un caractère inflammatoire; dans toutes les irritations morbides des parties génitales; dans la disposition à la métrorrhagie, aux hémorroïdes fluentes trop copieuses, et toutes les fois que l'on doit craindre une excitation trop vive des veines hémorroïdales et du système veineux en général.

APPENDICE.

Dosage de l'acide carbonique contenu dans l'air ou dans les eaux.

Le dosage exact ou la détermination rigoureuse des proportions d'acide carbonique contenues dans un mélange d'air ou dissoutes dans les eaux minérales est une opération délicate et qui exige une certaine habitude de ce genre d'analyses. Ainsi, par exemple, lorsqu'on fait chauffer de l'eau minérale gazeuse pour en extraire le gaz carbonique *libre* qu'elle tient en dissolution, on décompose par la chaleur les bicarbonates qui s'y trouvent, et l'on obtient tout à la fois l'acide libre et l'acide carbonique qui était combiné avec des bicarbonates.

Pour éviter ces inconvénients, M. Gaultier de Claubry a proposé de faire passer à travers le liquide un courant d'air ou de gaz hydrogène qui déplace l'acide carbonique libre, et ne décompose pas les bicarbonates. (De la détermination, dans les eaux naturelles ou minérales, des proportions d'acide carbonique libre ou combiné aux bases (1).

« Lorsque dans une dissolution qui contient à la fois de l'acide carbonique et des bicarbonates, dit M. Gaultier de Claubry, on vient à faire passer un courant d'air ou d'hydrogène, à la température ordinaire, on déplace complétement l'acide carbonique *libre* sans agir sur celui qui constitue les bicarbonates. »

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, **1859, tome XLVIII, page 1007.**

M. Buignet a proposé l'emploi du vide barométrique, moyen qui est utile lorsque les bicarbonates, le bicarbonate de soude, par exemple, ne sont pas décomposés dans le vide, du moins pendant le temps nécessaire à l'opération (1).

M. Jaquelain a indiqué aussi un moyen simple, correct et très-pratique de doser l'acide carbonique, soit libre, soit combiné aux divers carbonates contenus dans les eaux de source, de fleuve, de lac ou de puits.

Il consiste « à précipiter ensemble l'acide carbonique libre et les carbonates au moyen d'un excès d'eau de chaux; puis à recueillir le carbonate provenant d'un certain volume d'eau, de le maintenir en douce ébullition durant une heure en vase ouvert; on sèche lentement et on pèse le précipité obtenu (2). »

Moyens de reconnaître les proportions de gaz carbonique mélangées à l'air dans les salles d'inhalation.

Il est très-important de déterminer exactement et promptement les proportions de gaz carbonique contenues dans la salle d'inhalation, afin d'arrêter, de suspendre ou d'augmenter l'introduction du gaz, suivant les circonstances et la prescription médicale.

Il y a plusieurs procédés pour doser l'acide carbonique contenu dans l'air d'un appartement, d'une salle d'inhalation, d'un puits, d'une mine, etc.

(1) *Nouveau procédé de dosage de l'acide carbonique*, par M. Buignet, professeur à l'école de pharmacie de Paris.

(2) Méthode générale d'analyse des eaux fluviales; in-8°, Paris, 1864. (*Extrait des Mondes.*)

1° Faire absorber, par la potasse, l'eau de chaux, l'ammoniaque, le gaz carbonique contenu dans un flacon d'une contenance connue, et mesurer le volume du gaz absorbé.

2° Former, avec la baryte, la chaux, un *précipité* ou carbonate insoluble, formé d'acide carbonique et de chaux ou de baryte, qui est facile à recueillir et à peser, dont les proportions constituantes relatives sont connues et déterminées, dont on peut apprécier comparativement les proportions par des expériences préalables.

Thénard a indiqué une méthode facile pour déterminer avec exactitude la proportion du gaz acide carbonique dans l'air.

Cette méthode consiste à faire le vide dans un ballon de verre d'une grande capacité, et à y faire rentrer de l'air dont on absorbe l'acide carbonique par de l'eau de baryte que l'on a mise préalablement dans le ballon. Le poids du carbonate de baryte formé donne celui de l'acide carbonique.

(Dans les circonstances ordinaires, l'air contient de 3 à 6 dix-millièmes d'acide carbonique.)

On peut aussi doser l'acide carbonique à l'état de gaz, par la méthode volumétrique, en introduisant dans l'éprouvette qui le contient une balle d'hydrate de potasse, préalablement humectée avec de l'eau distillée, et introduisant ensuite une seconde balle de potasse parfaitement sèche pour être certain que le gaz qui reste après l'absorption de l'acide carbonique est complétement desséché.

Pour reconnaître facilement et d'une manière approximative, mais suffisamment exacte, les proportions de ga

carbonique contenues dans l'air de la salle, on peut faire usage des procédés suivants :

Prenez un ballon ou un matras de 5 litres de contenance exactement mesurée, ayant le col étroit et long; remplissez ce matras de sable ou d'eau; portez-le ensuite dans la salle d'inhalation dont vous voulez analyser l'air; videz le matras dans cette pièce, l'air prendra la place de l'eau.

Plongez ensuite le col du matras dans l'intérieur d'une éprouvette profonde ou d'une cruche contenant de l'eau de chaux.

Celle-ci absorbera peu à peu l'acide carbonique contenu dans l'air que renferme le ballon, et l'eau de chaux s'élèvera dans l'intérieur du col du matras à 5, 10, 15, 20 centimètres, c'est-à-dire à une hauteur d'autant plus considérable que la proportion d'acide carbonique sera plus forte.

Pour accélérer l'opération, on pourra agiter légèrement le ballon en fermant très-exactement avec le doigt l'ouverture du col, qui devra néanmoins toujours rester plongé dans l'eau.

Si 1 litre ou 1,000 centimètres cubiques d'air contenu dans la bouteille renferment 1 p. 100 de gaz carbonique, et si l'opération a été bien faite, la quantité d'eau aspirée et mesurée dans le tube gradué sera d'environ 10 centimètres cubiques.

Nous disons *environ,* car l'eau de chaux peut absorber un peu d'air, d'azote, etc.; mais le procédé que nous venons d'indiquer, quoique n'étant pas d'une exactitude rigoureuse, peut néanmoins donner facilement et immédiatement une indication approximative, suffisamment exacte, pour guider le garçon de salle et lui faire connaître s'il

doit ouvrir ou fermer plus ou moins les robinets des conduits qui amènent le gaz dans la salle d'inhalation.

Toutefois il importe d'opérer toujours à la même température, 15° par exemple, car la dilatation de l'air produite par une augmentation de température pourrait donner lieu à des erreurs assez graves.

Le procédé qui suit est beaucoup plus rigoureux et il n'est pas plus difficile à exécuter :

Ayez un grand matras ou une grande bouteille d'une capacité connue et déterminée, 5 litres par exemple, se fermant au moyen d'un bouchon en liége à travers lequel passe un petit tube de verre gradué d'environ 15 centimètres de longueur et de 5 millimètres de diamètre intérieur. Ce tube est fermé à son extrémité supérieure et ouvert à la partie inférieure, qui est fixée dans le bouchon qu'elle ne doit pas dépasser dans l'intérieur du vase.

Après avoir rempli le ballon d'eau ou de sable, videz-le dans la pièce dont vous voulez analyser l'air; celui-ci prendra la place de l'eau qui était dans la bouteille. Versez-y ensuite une quantité connue d'eau de chaux, 500 centimètres cubes; puis fermez avec le bouchon armé du tube gradué.

Renversez alors l'appareil. Le carbonate de chaux formé pendant l'opération se précipitera dans l'intérieur du tube.

Le volume de ce précipité indiquera immédiatement la quantité d'acide carbonique contenue dans le mélange gazeux.

En se basant sur quelques expériences préliminaires que l'on fera en mettant, dans le ballon, des proportions connues d'air et d'acide carbonique, on pourra, pour la comparaison du volume du précipité, obtenir une appréciation suffisamment exacte.

Les divers procédés et les appareils pour le dosage de l'acide carbonique contenu dans l'air, dans les eaux minérales, ou produit par la respiration, ont été décrits avec détails dans plusieurs ouvrages. Nous mentionnerons particulièrement les suivants :

« Détermination, par la baryte, de la quantité d'acide carbonique contenue dans l'air. (*Annales de chimie et de physique*, tome III, page 202.)

« Procédés pour doser l'acide carbonique. (*Ibid.*, t. XLIV, p. 7 à 50.)

« Quantité d'acide carbonique expirée à l'état normal et dans les maladies. » (Grégor, *ibid.*, t. II, p. 538.)

MM. Andral et Gavarret. (*Ibid.*, t. VIII, p. 129.)

Scharling. (*Ibid.*, t. VIII, p. 478.)

M. Allibert. (*Annales du Conservatoire des arts et métiers*, p. 13.)

MM. Paul Hervier et Saint-Lager. (*Gazette médicale de Lyon*, 1849.)

Voyez, en outre, les ouvrages cités plus haut, page 60.

MM. Andral et Gavarret, Regnault et Reiset, Scharling, Grégor, Paul Hervier et Saint-Lager, Doyère, Allibert, etc., ont établi des appareils spéciaux pour la détermination des quantités d'acide carbonique exhalées par la respiration. (Voyez les résultats de leurs travaux, qui sont mentionnés dans la seconde partie, p. 60 et suivantes.)

Des moyens de pénétrer dans les endroits où l'air surchargé de gaz acide carbonique est devenu impropre à la respiration.

Il faut bien se garder d'entrer dans les cavités souterraines fermées depuis longtemps, dans l'appartement où une personne a été asphyxiée, dans les caves, les celliers

qui contiennent du vin nouveau, de la bière en fermentation et dans tous les endroits qui contiennent du gaz carbonique, avant de s'être bien assuré qu'une chandelle, une bougie peuvent y brûler sans diminution sensible d'intensité dans la flamme.

Si la flamme de la bougie s'éteint ou languit, il faut se retirer promptement, sans quoi l'on s'exposerait à périr.

Dans ce cas, on doit ouvrir au large les portes, les fenêtres ou les soupiraux du local.

On renouvellera l'air en secouant et en agitant vivement des serviettes, en le battant, pour ainsi dire, pendant quelques minutes.

On peut jeter dans le local, si d'ailleurs il ne contient point d'objets inflammables, surtout de l'eau-de-vie, des huiles, etc., deux ou trois bottes de paille bien allumées, ou tirer dans l'intérieur quelques coups de fusil qui changent l'air en l'agitant.

Outre le renouvellement de l'air, il convient de détruire une partie du gaz acide carbonique, en le faisant absorber par des lessives alcalines, du lait de chaux. Pour cela, il suffit de plonger pendant quelques instants dans l'eau ou d'arroser avec de l'eau 2 ou 3 kilogrammes de *chaux* vive; quand la chaux est réduite en poudre, on ajoute de l'eau pour la délayer, et on lance ce liquide, bien remué et troublé, dans les lieux chargés du gaz méphitique. Un demi-kilogramme de potasse ou de soude caustique dissoute dans une grande quantité d'eau produit le même effet.

Si ces préparatifs sont trop longs, et si l'on veut pénétrer dans le local malgré qu'il soit encore rempli de gaz carbonique et que la chandelle s'y éteigne, il faut se faire passer par-dessous les bras une corde assez longue et assez

forte, dont plusieurs personnes, placées hors de l'appartement, tiendront un bout : — aspirer beaucoup d'air avant d'entrer ; — mettre devant sa bouche un mouchoir trempé dans de l'eau et du vinaigre, et mieux, dans l'eau de chaux claire ou de potasse ; — avoir une vessie remplie d'air, terminée par un petit tube ouvert que l'on tiendra à la bouche, en ayant soin de fermer les narines au moyen d'un pince-nez ; — retenir sa respiration tant qu'on sera dans le lieu infecté ; — ne pas se baisser vers la terre — et sortir promptement.

On courrait de grands risques en pénétrant dans une cave profonde, même avec les précautions que nous venons d'indiquer.

Pour pénétrer avec sécurité dans un lieu où l'air est vicié par ce gaz, tel que les mines, les caveaux souterrains, les caves où se manifeste un incendie, etc., il convient d'employer un appareil particulier que l'on a nommé *appareil respiratoire*, qui a pour but de faire arriver un air pur dans les poumons lorsque l'on est plongé dans un milieu délétère.

L'intrépide et infortuné Pilatre de Rozier avait imaginé pour ses expériences un appareil respiratoire qui consiste en une espèce de masque ou de nez en fer-blanc qui se fixe au-dessous de la bouche et qui s'attache solidement à la tête par une double courroie de cuir ; à ce masque est adapté un tuyau de plusieurs mètres de long, fait en taffetas ciré et tenu dilaté par une spirale de fil de fer et dont une des extrémités vient s'ouvrir à l'air extérieur.

La commission chargée de suivre les expériences de Pilatre de Rozier l'a vu, muni de son appareil, pénétrer et circuler, sans éprouver la moindre incommodité, dans une cave de brasseur où il avait 1^{m},50 de gaz acide carbo-

nique au-dessus de la tête, y rester pendant plus d'une demi-heure, tandis que les animaux qu'on y descendait tombaient asphyxiés à ses pieds. L'appareil de Pilatre de Rozier sert également à plonger au fond des eaux. O'Reilly (1) rapporte qu'en 1787 plusieurs ouvriers descendirent à Breslau, dans l'Oder, à une profondeur de 6 à 7 mètres, qu'ils purent y scier des troncs d'arbres, attacher, avec des cordes, des masses pesantes englouties au fond du fleuve, etc., tandis qu'un aide placé sur le rivage maintenait les tubes respiratoires ouverts pour l'entrée de l'air.

Quand le milieu irrespirable se trouve à une petite distance de l'atmosphère, l'air peut être conduit de l'extérieur à la bouche de la personne qui veut pénétrer dans l'endroit méphitique au moyen d'un tuyau plus ou moins long. Parent-Duchâtelet avance que, si la longueur des tubes respiratoires n'est que de 20 à 30 mètres, un diamètre de 20 millimètres sera suffisant; mais que, pour les 20 mètres en longueur qui suivront, le diamètre devra être augmenté de 20 autres millimètres et successivement, de manière à ce que le tuyau aille toujours croissant en diamètre, de la bouche jusqu'à l'endroit qui est fixé au dehors, et où l'on puise l'air qui est destiné à la respiration.

Un simple tuyau en toile de chanvre mouillée, de 2 à 3 centimètres de diamètre, terminé d'un bout par un petit tuyau en buis que le sauveteur tiendrait à la bouche; à l'autre extrémité du tube, communiquant avec l'air à l'extérieur, un bon soufflet à feu ordinaire ou, mieux, une pompe de jardin fonctionnant à sec, c'est-

(1) *Annales des manufactures.*

à-dire sans eau, au moyen de laquelle on injecterait et l'on pousserait de l'air dans le tube, rempliraient convenablement l'objet. Il est important de noter que, lorsqu'il s'agit de pénétrer dans un endroit où il y a du gaz méphitique, il est indispensable d'avoir les narines fermées au moyen d'un pince-nez, afin d'empêcher la respiration de se faire par les narines.

Les divers appareils dont il vient d'être question présentent l'inconvénient grave que le plongeur est obligé d'inspirer une partie de l'air qu'il a déjà respiré et rejeté de ses poumons. Pour y obvier, on a partagé l'extrémité du tube qui touche à la bouche en deux parties, divisées par une cloison longitudinale, et munies chacune d'une petite soupape qui s'ouvre, savoir :

1° De dehors en dedans d'un côté, pour laisser passer l'air pur destiné à la respiration; 2° de l'autre côté, la soupape s'ouvre de dedans en dehors pour donner issue à l'air expiré.

De cette manière, l'air extérieur arrive à la poitrine sans avoir été vicié ou mélangé avec l'air ayant déjà servi à la respiration.

L'appareil dont M. de Humboldt a fait usage dans les mines du Hartz est formé par un réservoir ou un sac en taffetas ciré, bien souple. La personne qui en fait usage le place sur son dos et fixe sur sa bouche une embouchure, en forme de porte-voix, d'où part un tube qui va communiquer avec le réservoir. Ce tube, de 13 millimètres de diamètre, passe par-dessus l'épaule et n'a que 37 à 40 centimètres de longueur. La lanterne destinée à éclairer la personne qui fait usage de l'appareil se fixe à une boutonnière du vêtement, et reçoit, par un autre tube, l'air expiré des poumons, encore assez pur pour entretenir

la lumière. A l'intérieur des tubes et de l'embouchure sont deux petites soupapes jouant en sens inverse, de manière à ce que celle d'expiration se ferme quand celle d'aspiration vient à s'ouvrir, et réciproquement. Les narines sont rapprochées au moyen d'une pince à ressort, afin d'empêcher toute respiration par le nez. Le réservoir est un peu chargé, de manière à s'affaisser de lui-même à mesure qu'il se vide.

L'appareil qui précède a reçu un perfectionnement ou une modification qui consiste à comprimer, dans un réservoir en cuivre, de l'air à plusieurs atmosphères de pression, et que l'on conduit à la bouche au moyen d'un tube en caoutchouc muni d'un robinet.

A l'aide de cet appareil, on peut, comme avec les précédents, pénétrer et travailler dans les lieux infectés de gaz délétères.

En 1856, l'Académie des sciences accorda un encouragement de 500 francs à M. Thibout (1) pour un appareil servant à pénétrer et à séjourner dans les lieux remplis de gaz méphitiques ou sous une petite profondeur d'eau. Il se compose d'un tube de 3 centimètres de diamètre terminé par une embouchure que l'opérateur introduit dans sa bouche ou bien qu'il applique sur elle.

Ce tube communique avec une petite boîte métallique de la grosseur d'un œuf environ, munie de deux tubulures auxquelles s'adaptent exactement deux longs tubes flexibles qui se prolongent jusqu'à l'air extérieur; l'un d'eux sert pour l'entrée de l'air destiné à la respiration, l'autre à la sortie de l'air expiré.

Chacun de ces tubes est muni d'une petite boulette

(1) *Cosmos*, 1856, page 151.

très-légère en liége, de 10 à 12 millimètres de diamètre, jouant librement dans une cavité hémisphérique et formant soupape. Elles fonctionnent chacune en sens inverse, de telle sorte que le tube d'aspiration est fermé quand celui d'expiration est ouvert, et réciproquement.

Les tuyaux sont maintenus ouverts par un ressort intérieur en hélice.

L'opérateur ferme l'ouverture des narines au moyen d'un pince-nez; il est ainsi forcé de respirer par la bouche.

M. le colonel Lacroix a fait usage, à Amélie-les-Bains, d'un appareil à tubes analogues à ceux dont nous venons de parler, au moyen duquel les malades peuvent prendre des bains ayant la tête plongée dans l'eau, dans les cas de maladies du cuir chevelu.

Appareil respiratoire à double tube de M. Galibert. — Cet appareil a pour but de permettre de rester plus ou moins longtemps sous l'eau, ou de pénétrer sans danger, pour y séjourner un temps considérable, dans tout lieu rempli de fumée ou envahi par des gaz délétères. Il se compose : 1° d'une pièce en bois ayant la forme et la dimension de la bouche humaine ouverte; 2° de deux tuyaux en caoutchouc qui lui sont adhérents, dont la longueur est déterminée par les circonstances; 3° d'un pince-nez destiné à empêcher l'introduction de tout liquide ou gaz délétères par les fosses nasales.

La pièce en bois est percée de deux trous à chacun desquels correspond un des tuyaux. L'opérateur ayant introduit la pièce en bois dans sa bouche, après s'être préalablement pincé le nez, respire en portant l'extrémité de sa langue dans l'un des trous; il l'y maintient tant que dure l'inspiration; au moment de commencer l'expiration, il

recommence, il porte la langue dans le deuxième trou et l'y maintient aussi jusqu'à la fin de l'expiration; il recommence le même mouvement pour chaque inspiration et expiration.

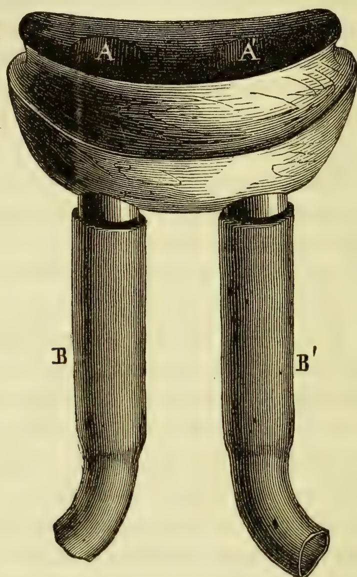
Après quelques minutes d'exercice, la langue se porte instinctivement dans chacune des ouvertures; la respiration se fait sans peine et très-régulièrement; une erreur, d'ailleurs, n'occasionnerait aucune espèce d'inconvénient. Dans ce mode d'action, le poumon remplit la fonction de pompe aspirante et foulante, pendant que la langue remplit celle de double soupape, s'ouvrant de dehors en dedans, et de dedans en dehors; ces deux fonctions ne produisent réellement aucune fatigue.

L'appareil respiratoire à double tube de M. Galibert fonctionne bien, et la compagnie parisienne du gaz d'éclairage en a pourvu ses usines. Cependant, lorsqu'il s'agira de pénétrer au sein de gaz méphitiques à une profondeur considérable, l'emploi de cet appareil ne serait pas sans inconvénient, à cause de la longueur des tuyaux et de la dépense élevée qu'il entraînerait. Pour y remédier, M. Galibert a modifié ainsi son appareil :

Au lieu de prendre l'air dans l'atmosphère par l'extrémité des tubes, il le prend dans un réservoir, qui n'est autre chose qu'une outre préalablement gonflée au moyen d'un soufflet ou d'un ventilateur quelconque, et que l'opérateur porte sur son dos sous forme de hotte.

Ainsi que pour l'appareil ordinaire, les fonctions se font au moyen de l'embouchure à deux ouvertures, à chacune desquelles s'ajustent les tuyaux. Les autres extrémités des tuyaux sont fixées au réservoir d'air, de manière que le tuyau de l'aspiration soit alimenté par la partie inférieure de l'outre; tandis que les produits viciés de l'expiration

sont portés par le deuxième tuyau dans sa partie supérieure, où ils se maintiennent à cause de leur densité moindre, provenant de leur dilatation par le calorique. Des expériences, plusieurs fois renouvelées, ont démontré



La figure ci-dessus est une vue perspective de l'embouchure en bois ou en ivoire de l'appareil Galibert que l'on tient serré entre les dents.

A,A' sont les deux trous sur lesquels l'opérateur pose alternativement la langue.

B,B' sont les deux tuyaux en caoutchouc qui débouchent à l'extérieur, et qui servent à l'aspiration et à l'expiration de l'air; ils sont appliqués sur deux petits tubes en bois faisant corps avec l'embouchure et correspondant avec les trous A,A'.

qu'avec un réservoir de 60 litres l'opérateur peut, sans danger, respirer pendant une demi-heure environ; mais il est évident qu'on augmenterait ce temps en augmentant la capacité du réservoir.

Ce nouvel appareil est applicable principalement pour les mines (1).

Il diffère des précédents en ce que c'est la langue qui, en se portant alternativement sur l'une et l'autre des tubulures, fait l'office de soupape.

La construction est simplifiée : mais qui nous garantit que l'opérateur, plongé dans un milieu délétère, préoccupé de son travail, exécutera parfaitement la manœuvre des mouvements de la langue ?

L'appareil de M. Thibout nous paraît donc préférable à celui de M. Galibert, parce qu'il fonctionne seul et sans qu'il soit nécessaire d'y apporter une attention et des précautions dont l'oubli, ou l'exécution imparfaite, pourrait donner lieu à des accidents qui seraient de nature à compromettre la vie de l'opérateur.

Lorsque la distance est grande, la respiration, au moyen de tubes ou d'appareils analogues à ceux que nous venons d'indiquer, est très-gênée et difficile; aussi a-t-on proposé d'envoyer l'air destiné à la respiration, au moyen de tuyaux et de la pompe ordinaire à incendie, qui, dans ce cas, pousse de l'air au lieu d'eau. C'est à M. Paulin, colonel des sapeurs-pompiers de Paris, qu'est due cette heureuse application.

M. le colonel Paulin a imaginé de revêtir le sapeur d'une blouse en peau, qui lui couvre la tête armée du

(1) *Les Mondes*, 1864, page 536.

casque et le corps; dont les manches se fixent au poignet par des bracelets, et qui s'arrête au-dessus des hanches par une ceinture. Cette blouse est pourvue d'un masque en verre qui permet au pompier de se diriger; elle est percée immédiatement au-dessous du masque, pour le passage d'un sifflet à soupape qui ne permet pas à l'air de pénétrer sous la blouse, mais avec lequel le pompier peut faire des commandements. Au milieu de la partie qui recouvre la poitrine, elle est encore percée pour le passage d'un tuyau de 13 millimètres de diamètre et de 32 centimètres de longueur. Ce tuyau se visse, par l'extrémité libre, sur une lanterne qui est fixée à la ceinture par une large agrafe soudée à l'arrière de la lanterne; enfin, pour l'objet important, l'arrivée de l'air sous la blouse, celle-ci présente, du côté gauche et à la hauteur de la poitrine, une ouverture avec raccordement en cuivre, sur lequel vient se visser le tuyau qui, par l'autre extrémité, est fixé sur la bâche de la pompe ordinaire à incendie; de sorte que c'est avec celle-ci, vide d'eau, que l'air est lancé sous la blouse, tant pour alimenter la respiration du pompier que pour entretenir la flamme de la lanterne. Si trop d'air était lancé et que la pression fût trop considérable, le fluide en excès pourrait s'échapper par les plis de la blouse, au-dessous de la ceinture et aux poignets. Une fois gonflée, la blouse contient assez d'air pour qu'un homme puisse y respirer sans gêne pendant six ou huit minutes; ainsi, en admettant un accident dans le service de la pompe, le pompier aurait toujours le temps de revenir en lieu de sûreté. Le tuyau est même assez résistant pour qu'on puisse s'en servir comme d'une corde pour retirer le sapeur du milieu où il se trouve, s'il s'y trouvait indisposé. Pour plus de garantie, le tuyau qui

lance l'air a été bifurqué, et il sert toujours à alimenter deux pompiers : tandis que l'un d'eux marche au feu, l'autre reste en arrière, prêt à lui porter secours. Au moyen de quelques modifications apportées à cet appareil (la substitution, à la blouse, d'un casque qui, comme celle-ci, communique avec le tuyau de la pompe), M. Paulin fait exécuter sous l'eau tous les travaux que nous avons mentionnés ci-dessus : ainsi, l'homme revêtu de l'appareil ainsi modifié « cloue une caisse, scie une planche, écrit aux personnes qui sont sur le rivage et leur demande ce dont il a besoin pour travailler ; on lui répond, il lit ce qu'on lui écrit, et reçoit les objets qu'on lui envoie ; il emporte avec lui une lanterne au moyen de laquelle il s'éclaire dans les lieux obscurs.

« Le plongeur ne peut être chassé de l'eau que par le froid, et, en le couvrant d'un vêtement imperméable très-facile à confectionner, on peut le faire rester sous l'eau tout le temps qu'on le voudra.

« Un sapeur qui ne savait pas nager est resté une heure sous l'eau à 3^{m},25 de profondeur ; là, corps nu, il s'est promené dans une étendue de 48 mètres de long sur 20 de large, voyant parfaitement tous les objets qui étaient auprès de lui (1). »

On explore le fond des rivières, les piles de pont, les lacustres au moyen de ces appareils.

Vers l'année 1859, un ouvrier boulanger, M. Buvert, vint à Paris, pour soumettre à l'administration et aux savants un appareil au moyen duquel l'homme qui en est revêtu devient *incombustible*, au dire de l'inventeur, c'est-à-dire qu'il peut traverser impunément les

(1) *Journal des Débats*, du 10 septembre 1837.

flammes, y séjourner pendant plusieurs minutes, ou le temps nécessaire pour aller y chercher et emporter un malade, un enfant, un objet précieux, etc.

Plusieurs procès-verbaux émanés de personnes compétentes et dignes de foi établissaient la réalité de ces assertions.

L'appareil incombustible de M. Buvert consistait en un large vêtement, composé d'un pantalon et d'une veste en cuir dont l'extérieur était complétement recouvert et garni de grosses éponges humides. La tête était protégée par un masque et un casque garnis de la même matière; au devant des yeux se trouvaient deux ouvertures fermées par des pièces de verre garanties par un treillage métallique.

On pouvait adapter au masque un tube respiratoire pour y amener l'air nécessaire pour la respiration, — mais l'expérimentateur me dit, à ce sujet, qu'il n'avait jamais souffert par le manque d'air au milieu des flammes. Un jet d'eau de la pompe à incendie suffit pour préserver l'homme et son vêtement des atteintes de la flamme et le rafraîchir.

La naïveté de cette invention très-primitive, quoique fort bonne et utile à notre avis (1), l'aspect grotesque que donnait à l'homme cet accoutrement bizarre, excitèrent une hilarité générale parmi les personnes qui avaient été réunies pour assister aux expériences de l'homme incombustible. Les indifférents et les envieux, peut-être, se retirèrent en disant : *Ce n'est que cela...*

Le pauvre inventeur s'en retourna dans sa province,

(1) *Bulletin de la Société d'encouragement*, 1859, page 316.

honteux et confus de n'avoir pu exciter la moindre attention ni obtenir la moindre récompense.

Note. « Les expériences de M. Hubbart, de New-York, ont prouvé que le charbon calciné pourrait être utilisé avec avantage pour purifier les mines, les puits et autres excavations souterraines de certains gaz irrespirables, notamment de l'acide carbonique. Il a suffi de descendre un chaudron rempli de charbon allumé, à deux reprises, et de le laisser à chaque fois pendant une heure ou deux au fond d'un puits qui contenait de hauteur 5 à 8 mètres de gaz, pour le rendre praticable aux ouvriers. »

	Un volume de charbon de bois absorbe à la température et à la pression ordinaires :	Un volume d'eau absorbe dans les mêmes conditions :
	Vol.	Vol.
De gaz acide carbonique...	35	1
De gaz oxyde de carbone..	9,42	0,062

C'est encore à cause de sa propriété absorbante des gaz que le charbon est très-propre à enlever aux liquides et aux matières organiques molles les odeurs plus ou moins infectes qu'ils répandent. (*M. Girardin.*)

Infiltrations souterraines de gaz carbonique.

Il arrive assez souvent qu'il se dégage de la terre, dans les caves, dans les souterrains, des exhalaisons de gaz carbonique, qui sont très-dangereuses pour les personnes qui s'exposeraient à les respirer.

Il y a des moyens de remédier aux infiltrations de l'acide carbonique dans les caves qui sont sujettes à en être remplies. Il faut réparer les fentes des murs avec soin, couvrir même toute leur surface d'une couche de mortier hydraulique, et placer à quelques centimètres au-

dessous du sol un lit d'argile liante, bien battue, que l'on recouvre ensuite de terre également bien battue. Il est bon aussi, d'ouvrir deux soupiraux aux deux extrémités de la cave, l'un au midi, l'autre au nord, afin d'établir dans toute sa longueur un courant d'air continuel. Enfin, en place de ce dernier moyen, on peut poser un tuyau qui aboutisse à la partie inférieure de la cave, et qui aille s'ouvrir de l'autre côté dans une cheminée, après avoir parcouru une partie de sa hauteur pour s'y réchauffer. De cette manière, l'air vicié s'élève incessamment dans le tuyau, et il est remplacé par de l'air pur du dehors qui afflue par la porte d'entrée; mais cette circulation, qui s'exécute bien en hiver, devient presque nulle en été, à cause de la haute température de l'air extérieur. Aussi le premier mode indiqué est-il indispensable pour un parfait assainissement des souterrains. (*M. Girardin.*)

On préviendra les accidents déterminés par le gaz dans les celliers ou les caves, dans lesquels se trouvent des cuves en fermentation, en pratiquant, aux murs de ces lieux des portes et fenêtres opposées et propres à entretenir un courant d'air assez rapide pour enlever le gaz à mesure qu'il se produit; en recommandant aux ouvriers de ne jamais baisser la tête sur la cuve, de travailler toujours plusieurs ensemble afin de pouvoir s'entre-secourir, et de ne jamais entrer, sans précaution, dans une cave où la fermentation des vins mousseux ou de la bière aura lieu dans plusieurs tonneaux. Des précautions analogues seront prises relativement aux fours à chaux, dont la calcination dégage aussi beaucoup de gaz carbonique. Plusieurs personnes ont été asphyxiées dans le voisinage de ces fours.

Des secours à donner aux personnes asphyxiées par le gaz acide carbonique et les vapeurs du charbon allumé.

Aussitôt que l'on est informé qu'une personne est tombée en asphyxie, il faut envoyer chercher de suite le médecin, et, en attendant son arrivée, on administrera au malade les secours que nous allons indiquer.

1° On retirera, le plus promptement possible, le malade du lieu méphitique, et on le transportera au grand air, dans une cour ou un jardin, à l'ombre.

Plus l'air est frais, plus il est convenable. *Il faut se garder de placer l'asphyxié dans un lit chaud.*

2° On déshabillera le malade et on le mettra nu.

3° On le couchera à terre, sur le dos, la tête et la poitrine un peu élevées, — ou bien on le placera sur une chaise, — ou on l'assiéra à terre, le dos contre un mur. On lui maintiendra la tête droite et on la fixera de manière à ce qu'elle ne vacille point pendant l'administration des secours.

4° On lui jettera avec force, sur le visage et par tout le corps, de l'eau froide, au moyen d'une cruche, d'un gobelet, etc.

Cette opération doit être continuée sans relâche, pendant plusieurs heures, ou jusqu'à ce qu'on aperçoive quelques signes de vie.

A la place d'eau ordinaire, on peut employer de l'eau vinaigrée froide.

5° On frottera le corps avec des linges trempés dans de l'eau vinaigrée froide, ou de l'eau-de-vie, ou de l'eau de Cologne, ou toute autre liqueur spiritueuse.

6° On frottera la plante des pieds, la paume des mains et l'épine du dos avec des brosses rudes.

7° On soufflera de l'air dans la poitrine du malade, en appliquant la bouche sur la sienne, ou bien au moyen d'un roseau, d'un tuyau de plume, etc., ayant soin de lui fermer la bouche et le nez, afin que l'air ne sorte pas ; ou mieux, on introduira le bout d'un soufflet dans une narine, et l'on fermera l'autre narine, ainsi que la bouche. —On pressera légèrement l'abdomen et la poitrine, comme pour imiter les mouvements respiratoires.

Il faut beaucoup insister sur ces moyens, qui sont les meilleurs.

8° On chatouillera l'intérieur des narines et le bord des lèvres avec les barbes d'une plume, ou avec d'autres corps légers : on fera sentir ou respirer avec précaution, au malade, de temps en temps, de l'ammoniaque ou du vinaigre fort.

9° On lui donnera un ou plusieurs lavements froids, faits avec de l'eau et une poignée de sel, — ou avec de l'eau à laquelle on ajoutera trois ou quatre cuillerées de vinaigre, ou avec de l'eau de savon, ou avec une décoction de séné, ou avec le sel d'Epsom, ou avec le vin émétique trouble, etc.

Si, malgré ces moyens, l'asphyxié continue à être dans un grand assoupissement, si son corps est toujours chaud, s'il a le visage rouge, les yeux gonflés, des signes de congestion, le chirurgien lui fera une petite saignée à la jugulaire, au bras ou au pied, ou bien il lui fera appliquer une douzaine de sangsues au cou.

Il faut administrer ces secours avec la plus grande promptitude et les continuer pendant plusieurs heures et sans interruption, *lors même que l'individu paraît mort.*

On a vu, plusieurs fois, des asphyxiés revenir, après trois ou quatre heures de mort apparente.

Si l'asphyxié donne des signes de vie, qui se manifestent par un râlement ou un petit hoquet, il faut continuer les frictions avec l'eau vinaigrée froide, l'insufflation de l'air dans la bouche, etc.

On tâchera d'ouvrir la bouche du malade et de la tenir ouverte, avec un morceau de bois, un bouchon de liége, qu'on placera entre les dents et on lui fera avaler quelques cuillerées d'eau avec moitié de vinaigre, ou mieux, quelques cuillerées d'eau froide, avec trois ou quatre gouttes d'ammoniaque (alcali volatil) ; mais il faut prendre garde de le forcer à avaler ou de lui remplir la bouche, tant qu'il ne peut pas avaler.

Lorsque le malade aura repris connaissance, on l'essuiera avec des serviettes chaudes, et on le transportera dans un lit légèrement bassiné; on le couvrira seulement avec un drap; on aura soin d'ouvrir toutes les portes et fenêtres de la chambre, et d'écarter les personnes inutiles, afin de laisser un libre accès à l'air.

On continuera toujours à le frotter avec des flanelles imbibées d'eau-de-vie ou de vinaigre, à lui faire respirer de l'ammoniaque et à lui faire avaler, de temps en temps, quelques cuillerées d'eau vinaigrée ou d'eau à laquelle on ajoutera trois ou quatre gouttes d'ammoniaque.

On lui fera prendre ensuite quelques cuillerées de bon vin sucré et un peu chaud, ou du punch ou quelques cuillerées d'eau sucrée.

Si le malade a des pesanteurs d'estomac, des envies de vomir, il faudra lui administrer un vomitif, un lavement purgatif froid avec l'eau de tamarins, ou le séné et l'eau de savon, — ou avec le sel commun, le sulfate de soude (sel de Glauber) et le sulfate de magnésie (sel d'Epsom), etc.

Il faut éviter de faire usage d'émétique. Enfin on laissera reposer le malade, et l'on se conformera, d'ailleurs, aux ordres du médecin.

Le malade n'est parfaitement rétabli qu'après deux ou trois jours.

Lorsque l'asphyxié n'a pas perdu connaissance, comme cela arrive quelquefois dans les endroits où il y a beaucoup de monde réuni, il faut transporter de suite le malade au grand air, lui faire des aspersions au visage avec de l'eau froide, lui faire boire quelques cuillerées d'eau vinaigrée ou de limonade, lui faire flairer de l'ammoniaque; il ne tarde pas à recouvrer la santé.

BIBLIOGRAPHIE

DE L'ACIDE CARBONIQUE.

Allibert. Recherches sur l'exhalation carbonique chez les animaux domestiques. (*Annales du Conservatoire*, n° 13.)

Andral et **Gavarret.** Recherches sur la quantité d'acide carbonique exhalée par le poumon dans l'espèce humaine. (*Annales de chimie et de physique*, tome VIII, 3e série, 1843.)

Anglada. Toxicologie générale.

Attumonelli. Eaux minérales de Naples. Paris, 1804.

Bache (G.). Dissertation sur la découverte des effets médicinaux du gaz acide carbonique, etc. (en anglais). Philadelphie, 1796, in-8°.

Barbier (E.). De la médication hydro-carbonique à Vichy, *le Monde thermal*, octobre 1863.

Beddoës (Thomas) et **Watt** (James). Considérations sur l'usage médical et la préparation des gaz; in-8°. Bristol, 1795.

Bernard (Ch.). *Archives générales de médecine*, nov. 1857.

Bernard (Claude). Leçons sur les substances toxiques.

Bischoff. Experimenta chimico-physiologica ad illustrandam doctrinam de respiratione. Heidelberg, 1837, in-4°.

Boussingault. Note sur la sensation de chaleur produite par le bain de gaz carbonique. — *Id.* Sur l'action du gaz carbonique sur les yeux des ouvriers employés dans les mines. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, avril, mai 1855.

Brandes et **Krüger.** Pyrmont mineral quel. 1826.

Brandt (G.-Henri). Thèse, 1855. Des phénomènes de la contraction musculaire.

Broca. Injections de gaz acide carbonique dans la vessie. — Anesthésie par le gaz acide carbonique dans les cas d'affections douloureuses de la vessie. (*Moniteur des hôpitaux*, tome IV, août 1857. — *Archives générales de médecine*, septembre 1857.)

Brown-Séquard. Recherches sur le sang chargé d'acide carbonique. (*Journal de Physiologie de l'homme et des animaux; Gazette médicale*, 1855; *l'Ami des sciences*, 1855.) — Experimental researchcs applied to Physiology and Pathology. 1853. — Dr Henri Dor, sur l'Accouchement artificiel provoqué par le gaz carbonique. — *Journal de Physiologie*, avril 1858.

Buignet, professeur à l'École de pharmacie. Nouveau procédé de dosage de l'acide carbonique. Broch. in-8°. Paris, 1856.

Chappon. An quibusdam morbis convenit aer fixus proprie dictus? Nancy, 1781.

Chaptal. *Ancien Journal de médecine*, tome LXIII, 1785, page 492.

Cobenvinder. *Comptes rendus de l'Académie des sciences.* 1855, tome II, page 149.

Collard de Martigny. Recherches expérimentales sur l'absorption et l'exhalation respiratoire. (*Journal complémentaire des sciences médicales*, 1830, t. XXXVI et XXXVII. — *Archives générales de médecine*, 1827. — *Journal général de médecine*, t. XCVIII, CV.)

Corvinus (J. F.). Historia aeris facticii, pars secunda medica. Argentorati, 1777.

Demarquay. *Union médicale*, 7 mars 1857.

Dobson. Traité sur les propriétés médicales de l'air fixe (en anglais). Londres, 1785.

Dor (Henry). Sur l'emploi de l'acide carbonique pour provoquer l'accouchement artificiel. — Cité par Le Juge (*Thèse*), 1858. — Par Brown-Séquard. (*Journal de Physiologie*, avril 1858, p. 390.)

Doyère. La respiration dans le choléra. (*Les Mondes*, par M. Moigno, 1864, page 338.)

Edwards. Influence des agents physiques sur la vie; in-8°, 1824.

Emmet (J. A.). De aere fixo seu acido aere. Édimbourg, 1784.

Eikma. De aere fixo quæ medicinam spectant. Lugduni-Batavorum, 1782.

Ewart (John). Letter to Dr Beddoës. Bath, 26 août 1796. — Considerations on the medical use, etc. — Settlement of an

account of facts, p. 32. (*The History of two cases of ulcerated cancers of the mamma; one of which as been cured, the other much relieved by a new method of applying carbonic acid air*. Bath, in-8°, Dilly-London, 1791.)

Ferger. Die Inhalations cur. (*Balneologische Zeitung*, Bd. 4.)

Fernet. Comptes rendus de l'Académie des sciences, 1855, t. II, p. 1237.

Idem, 1858, p. 676.

Follin. Mémoire sur l'anesthésie locale par l'acide carbonique. (*Archives générales de médecine*, nov. 1856.)

Gaultier de Claubry (H.). De la Détermination, dans les eaux naturelles ou minérales, des proportions d'acide carbonique libre ou combiné aux bases. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1859, t. LVIII, p. 1051.)

Goin. Eaux minérales de Saint-Alban, 1834.

Graefe (Carl. Ferd. de). Die Gasquellen. (*Sur les Eaux gazeuses de l'Italie méridionale et de l'Allemagne*. Berlin, 1842, in-8°.)

C'est l'un des meilleurs ouvrages qui ont été écrits sur les eaux gazeuses : nous en avons fait de nombreuses citations.

Granville (A. B.), auteur de *the Spas of Germany, the Spas of England*, traduits en partie dans les *Bains d'Europe;* publiés à Paris, chez Maison.

— Traitement par les nouveaux bains minéraux, en Allemagne et particulièrement à Kissingen, et des Bains de gaz acide carbonique pour les maladies des femmes. Londres et Paris, Galignani et Amyot, 1855, 1 vol. in-18.

Gregor. Sur la quantité d'acide carbonique expirée dans l'état normal et dans les maladies. (*Annales de chimie et de physique*, t. II, p. 538.)

Hannover. De Quantitate relativa et absoluta acidi carbonici ab homine sano et ægroto exhalati. Copenhague, 1845, in-8°.

Herpin (J. Ch.), de Metz. Études sur les eaux minérales, Paris, 1855, in-12. — Sur les bains et douches de gaz car-

bonique, *ibid.*, p. 28 et suiv. — Sur les eaux carbo-gazeuses, *ibid.*, p. 298.

— Des Bains et Douches de gaz carbonique, broch. in-8°. Paris, 1855. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, mars, avril, mai, 1855.)

— Du Gaz carbonique considéré comme agent anesthésique. (*Revue médicale*, avril 1858.)

Hervier (Paul) et **Saint-Lager**. Recherches sur les quantités d'acide carbonique exhalées par le poumon, à l'état de santé et de maladie. Lyon, 1849 ; Savy. In-8°, 24 pages. (*Gazette médicale de Lyon*, 1849.)

Hufeland. Examen pratique des eaux minérales de l'Allemagne.

Hulme (N.). Easy Remedy proposed for the stone and gravel, the ocuroy, gout, etc. London, 1778, in-8°.

Ingenhousz. Sur l'Emploi du gaz carbonique contre les plaies, ulcères. (*Miscellanea physico-medica*, 1794-1795, p. 8.)

Jacquelain (professeur à l'École centrale). Méthode générale d'analyse des eaux fluviales ; appareil pour démontrer que les carbonates en dissolution dans les eaux s'y trouvent à l'état de bicarbonates. In-8°, Paris, 1864. (Extrait des *Mondes*.)

Jassey (J.). Tentamina cum aere fixo in ægrotis instituta. Goettingen, 1778.

Johnsohn (J.). Recherches expérimentales sur les propriétés du gaz acide carbonique (en anglais). Philadelphie, 1797, in-8°.

Lallemand, Perrin et **Duroy**. Du Rôle de l'alcool et des anesthésiques dans l'organisme, 1860.

Lavoisier et **Seguin**. Mémoires sur la respiration. (*Mémoires de l'Académie des sciences*, 1789, p. 566, et 1790, p. 601.)

Leblanc (Félix). Recherches sur la composition de l'air confiné. (*Annales de chimie et de physique*, t. V, 1842.)

Leconte et **Demarquay**. Injections du gaz acide carbonique dans le tissu cellulaire. Plaies, cicatrisation. (*Archives générales de médecine*, juillet, août 1859.)

Lefort (Jules). Rôle et utilité de l'acide carbonique contenu dans les eaux potables. (*Mémoires de l'Académie de médecine*, t. XXVI, p. 244, 1863.)

Le Juge (Ed.). Essai sur quelques modes de traitement des affections de l'utérus, et en particulier sur l'emploi du gaz acide carbonique. Thèse, juillet 1858, n° 184. (*Gazette des hôpitaux*, 1859, p. 138.)

Lersch. Einleitung in die mineral quellenlehre.

Longet. Traité de physiologie.

Luther (J. M.). De aeris fixi usu medico. Erfurth, 1784.

Magnus. Ueber die im blute erhaltenen Gaze (sur les Gaz contenus dans le sang). (*Annales de Poggendorff*, t. XL, p. 538, 1837.)

Maisonneuve. Plaies, cicatrisations. (*Gazette des hôpitaux*, 1856, p. 502.)

Mensching (J. H.). Dissertatio physico-medica de aeris fixi et deflogisticati in medicina usu. Goettingue, 1787, in-8°.

Merat et **Delens**. Dictionnaire universel de matière médicale, art. *Asphyxie* et *Carbone*.

Cet ouvrage contient une nombreuse bibliographie de livres anciens que nous n'avons pu nous procurer.

Mialhe. Chimie physiologique. — Du rôle chimique de l'acide carbonique dans l'économie animale. In-4°, Paris, 1856.

Mojon. De l'Emploi du gaz carbonique pour combattre l'aménorrhée et les douleurs qui précèdent et accompagnent l'évacuation menstruelle. (Mémoire inséré dans le *Bulletin de thérapeutique*, t. VII, p. 350, année 1834.)

Moleschott et **Schelske**. De la quantité d'acide carbonique expirée, dans ses rapports avec le volume du foie. (Dans *Untersuchungen zur naturlehre der menschen*, 1re livraison, 1856.)

Moleschott. Recherches sur l'influence de la lumière sur la production de l'acide carbonique des animaux.

Monod. Injections utérines d'acide carbonique.

Muhry (G. F.). Dissertatio de aere fixo inspirato non in phthisie pulmonali. Goettingue, 1796, in-4°.

Nepple. Sur les Eaux de Saint-Alban. (*Journal de médecine de Lyon*, 1842, t. II, p. 291.)

Neufville (J.). De Natura aeris fixi ejusque dotibus. Edimburg, 1778.

Nyberg (C. J.). De aeris fixi usu medico nuper celebrato. Jena, 1783.

Nysten. Grand Dictionnaire des sciences médicales. — Gaz carbonique.

— Injections de l'acide carbonique dans les veines.

— Respiration du gaz carbonique.

Osann. Traité général des eaux minérales (en allemand).

Ozanam (Ch.). Des Anesthésies en général, de leurs effets physiologiques et pathologiques, et surtout de l'élément chimique qui produit spécialement l'anesthésie. (Mémoire couronné par la Société des sciences médicales du département de la Moselle. In-8°, 1857-1858, 130 pages.)

— Note sur les inhalations d'acide carbonique considérées comme anesthésique efficace et sans danger. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XLVI, 1858. Broch. in-8°, février 1858.

— De l'action anesthésique des gaz. — De l'oxyde de carbone. (*Archives générales de médecine*, 29 décembre 1856.)

— L'anesthésie, histoire de la douleur, broch. in-8°, 1857. (Extrait du *Correspondant*.)

Pacot (C. L.). De l'acide carbonique considéré comme agent anesthésique. Thèse, Paris, 1860, n° 186.

Patissier. Rapport sur le service des établissements d'eaux minérales, 1851-52. (*Mémoires de l'Académie de médecine*.)

Paul (Constantin). De l'Emploi de l'eau de Seltz à l'extérieur. (*Gazette des hôpitaux*, 30 juin 1863.)

Payen. Bulletin des séances de la Société imp. d'agriculture, tome XVIII, p. 25, 1862-1863. — Des substances alimentaires.

Percival. Observations on the medicinal use of fixed air in Priestley exper. Appendix, p. 300.)

Piderit. Die Gasquellen in Meinberg (sur les Sources gazeuses à Meinberg). — C'est un ouvrage remarquable.

Plisson. Essai sur les asphyxies.

Poggendorf. Annales de physique et de chimie, 1837.

Posner. Allgem. Med. Centr. Zeitung, 1859, n° 75, p. 600. (*Ueber die Inhalationen zu Ems.*)

Priestley. Expériences sur différentes espèces d'air. (Traduit en français par Gibelin.) Berlin et Paris, 1775.

Robinet. Sur la quantité d'acide carbonique contenue dans les eaux calcaires. (*Mémoires de l'Académie de médecine,* tome 28, p. 452.)

Rhodes. (*Brit. med. Journal, july* 1858.)

Rouget de l'Isle. Manuel du fabricant d'eaux gazeuses. Paris, 1863. — Roret.

Salva (Ernest). Du gaz acide carbonique comme analgésique et cicatrisant des plaies. — (*Thèse de Paris,* 1860.)

Scharling. Sur la quantité d'acide carbonique exhalée par le poumon chez l'homme. (*Annales de chimie et de pharmacie.*)

Schinz (S.). De aere, ejus speciebus præcipue de aere fixo lapidis calcarei. *Zurich,* 1778, in-8°.

Seguin. Respiration du gaz carbonique. (*Annales de chimie,* tome 89.) Mémoire lu à l'Académie des sciences en 1792.

Sigaud (de la Fond). Essai sur différentes espèces d'air que l'on désigne sous le nom d'*air fixe.* In-8°, Paris, 1785, 2e édition.

Simpson. A few observations on carbonic acid air as a local anesthethic, in uterine diseases. (*Edinburg medical Journal july,* 1856.) — Comme anesthésique dans les bronchites, l'asthme, la toux nerveuse. (*British medical Journal,* juin 1858. Cité par M. Le Juge, p. 57.)

Skinner. (*Brit. med. Journ., july,* 1858.)

Smith (D. de). De aere fixo. (*Ultrajecti,* 1772.)

Spallanzani. Mémoires sur la respiration.—Dans les Rapports de l'air avec les corps organisés, publiés par J. Senebier.

Spengler. Bad Ems in Sommer, 1856. — Traitement de la pharyngo-laryngite granuleuse par le gaz carbonique provenant des sources d'Ems. (*Wetzlar,* 1857.)

Sprengel. *Histoire de la médecine,* tome V, p. 503, tome VI, p. 345.

Swenske (A. T.). De rite determinanda aeris fixi in corpus humanum salutari efficacia. (*Goetting,* 1783.)

Terver. (P.). De l'inhalation du gaz carbonique dans la chlorose. (*Thèse, Paris,* 1854, n° 78.) — Effets de l'inhalation de Saint-Alban.

Vaidy. (*Dictionnaire des sciences médicales,* art. Respiration.)

Valentin. Das athmen, de la respiration dans *Lehrbuch der physiolog, der menschen,* 1847.

Verneuil. De l'analgésie locale par l'acide carbonique. (*Revue de thérapeutique médico-chirurgicale,* 1856, 15 novembre.

Vernière. Eaux minérales de Saint-Nectaire. (*Action anesthésique du gaz carbonique.*)

Vierordt. Physiologie des athmens... — Physiologie de la respiration dans ses rapports avec l'exhalation de l'acide carbonique. (*Karlsruhe,* 1845.)

Wanner. Comptes rendus de l'Académie des sciences, 15 juin 1857, p. 1278.

Willemin (A.). Des inhalations et des bains d'acide carbonique. (*Revue d'hydrologie médicale,* 15 décembre 1858, p. 66. — *Traitement des maladies de l'utérus par les eaux de Vichy*, in-8°.)

Vogler (d'Ems). Inhalation du gaz carbonique. (*Clinique médicale de Berlin,* 1859, n° 36.

Wittsloch. Quelques observations propres à confirmer les propriétés de l'air fixe. (En danois. — *Kiel,* 1790.)

TABLE DES CHAPITRES.

PREMIÈRE PARTIE.

Du gaz acide carbonique en général.

DEUXIÈME PARTIE. — PHYSIOLOGIE.

LIVRE PREMIER. — *De la production et de l'exhalation physiologiques de l'acide carbonique par les animaux vivants.*

TROISIÈME PARTIE. — THÉRAPEUTIQUE.

Des applications de l'acide carbonique à la thérapeutique.

LIVRE PREMIER. — *Maladies externes et chirurgicales.*

LIVRE II. — *Maladies internes.*

Nous avons communiqué à l'honorable M. Jules François, ingénieur en chef des mines, chargé de l'organisation du matériel des établissements thermaux de l'État; nous avons également communiqué à M. Charrière, fabricant d'instruments et d'appareils pour la chirurgie, et nous nous ferons un plaisir de communiquer de même aux personnes qui les désireraient, les plans, les dessins, et la description des divers appareils servant à l'administration des bains, douches, injections et inhalations d'acide carbonique.

Nous prions ceux de nos confrères qui auraient l'occasion de faire de nouvelles observations sur l'emploi thérapeutique de l'acide carbonique de vouloir bien nous en donner communication.

Dr HERPIN (de Metz),

rue Taranne, n° 7, à Paris.

